

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月16日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-206380

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-206380 ]

出 願 人

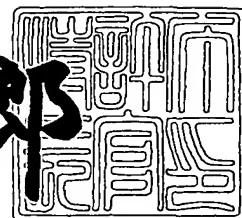
Applicant(s):

ソニー株式会社

2003年 6月 2日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3042457

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290292303

【提出日】 平成14年 7月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/335

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株式会社ソニー木原研究所内

【氏名】 大木 光晴

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100093241

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮田 正昭

【電話番号】 03-5541-7577

【選任した代理人】

【識別番号】 100101801

【弁理士】

【氏名又は名称】 山田 英治

【電話番号】 03-5541-7577

【選任した代理人】

【識別番号】 100086531

【弁理士】

【氏名又は名称】 澤田 俊夫

【電話番号】 03-5541-7577

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 048747

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9904833

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受光強度に応じて出力ラインの電気信号レベルを変化させる受光素子と、

前記受光素子の出力ラインにおける電気信号レベルと、閾値電気信号との比較処理を実行し、前記受光素子の出力ラインの電気信号レベルが前記閾値電気信号レベルと交錯したことを条件として出力信号を送出する比較手段と、

クロック信号を入力し、前記比較手段からの出力信号の発生時刻情報を記録する記憶手段とを有し、

前記閾値電気信号を時間経過に伴って変化する閾値電気信号値 ( $V_{th}(t)$ ) として設定した構成を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記受光素子は、イニシャライズ信号により初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) に設定され、受光強度に応じて前記出力ラインの電気信号レベルが低下する構成であり、

前記比較手段は、前記受光素子の出力ラインの電気信号レベルが、閾値電気信号 ( $V_{th}(t)$ ) 以下となったことを条件として出力信号を送出する構成であり、

前記閾値電気信号 ( $V_{th}(t)$ ) は、時間経過に伴って増加する値として設定した構成を有することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記記憶手段は、

前記受光素子の露光により、前記出力ラインの初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) が前記閾値電気信号 ( $V_{th}(t)$ ) レベルと交錯するまでに要した時間情報 ( $T_n$ ) を記録する構成を有し、

前記撮像装置は、さらに、演算処理部を有し、

該演算処理部は、

前記記憶手段に記録された時間情報 ( $T_n$ ) とを入力し、前記受光素子の初期

設定電気信号 ( $V_{init}$ ) と、閾値電気信号 ( $V_{th}(t)$ )、および前記時間情報 ( $T_n$ ) に基づいて、受光素子の単位時間当たりの受光エネルギー値： $(V_{init} - V_{th}(t)) / T_n$  を計算し、該受光エネルギー値に基づいて画素値を算出する構成を有することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記比較手段は、

前記受光素子の電気信号レベルを増幅した電気信号レベルと、前記閾値電気信号 ( $V_{th}(t)$ ) との比較処理を実行する構成であることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 5】

受光強度に応じて出力ラインの電気信号レベルを変化させる受光素子と、

前記受光素子の出力ラインにおける電気信号レベルと、閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) との比較処理を実行し、前記受光素子の出力ラインの電気信号レベルが前記閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) レベルと交錯したことを条件として出力信号を送出する比較手段と、

クロック信号を入力し、前記比較手段からの出力信号の発生時刻情報を記録する記憶手段と、

前記比較手段からの出力信号に基づいて、前記受光素子に対してリセット信号を入力し、前記出力ラインの電気信号レベルを初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) に設定するリセット信号入力手段と、

を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 6】

前記記憶手段における時間情報記録処理、および、前記リセット信号入力手段における受光素子に対するリセット信号入力処理は、繰り返し実行され、

前記記憶手段は、

前記比較手段からの間欠的な複数の出力信号各々の発生時刻情報を連続して記録する構成を有することを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記記憶手段は、

前記受光素子の露光により、前記出力ラインの初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) が前記閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) レベルと交錯するまでに要した時間情報 ( $T_n$ ) を連続して記録する構成を有し、

前記撮像装置は、さらに、演算処理部を有し、

該演算処理部は、

前記記憶手段に記録された連続する2つの時間情報 ( $T_x$ )、( $T_y$ ) とを入力し、前記受光素子の初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) と、閾値電気信号 ( $V_{th}$ )、および前記連続する2つの時間情報 ( $T_x$ )、( $T_y$ ) に基づいて、受光素子の単位時間当たりの受光エネルギー値:  $(V_{init} - V_{th}) / (T_x - T_y)$  を計算し、該受光エネルギー値に基づいて画素値を算出する構成を有することを特徴とする請求項5に記載の撮像装置。

#### 【請求項8】

前記閾値電気信号を時間経過に伴って変化する閾値電気信号値 ( $V_{th}(t)$ ) として設定した構成を有することを特徴とする請求項5に記載の撮像装置。

#### 【請求項9】

前記比較手段は、

前記受光素子の電気信号レベルを増幅した電気信号レベルと、前記閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) との比較処理を実行する構成であることを特徴とする請求項5に記載の撮像装置。

#### 【請求項10】

受光強度に応じて出力ラインの電気信号レベルを変化させる受光素子と、

前記受光素子の出力ラインにおける電気信号レベルと、閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) との比較処理を実行し、前記受光素子の出力ラインの電気信号レベルが前記閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) レベルと交錯したことを条件として出力信号を送出する比較手段と、

クロック信号を入力し、前記比較手段からの出力信号の発生時刻情報を記録する第1の記憶手段と、

前記受光素子の出力ラインの電気信号レベルを連続的に記録し、前記比較手段からの出力信号の発生時刻における記録電気信号レベルを保持する第2の記憶手

段と、

を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 11】

前記撮像装置は、さらに、

前記比較手段からの出力信号に基づいて、前記受光素子に対してリセット信号を入力し、前記出力ラインの電気信号レベルを初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) に設定するリセット信号入力手段を有することを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【請求項 12】

前記第1の記憶手段における時間情報記録処理、前記第2の記憶手段における電気信号レベル記録保持処理、および、前記リセット信号入力手段における受光素子に対するリセット信号入力処理は、繰り返し実行され、

前記第1の記憶手段は、

前記比較手段からの間欠的な複数の出力信号各々の発生時刻情報を連続して記録する構成を有し、

前記第2の記憶手段は、

前記比較手段からの間欠的な複数の出力信号各々の発生時刻における記録電気信号レベルを個別に保持する構成を有することを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【請求項 13】

前記第1の記憶手段は、

前記受光素子の露光により、前記出力ラインの初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) が前記閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) レベルと交錯するまでに要した時間情報 ( $T_n$ ) を連続して記録する構成を有し、

前記撮像装置は、さらに、演算処理部を有し、

該演算処理部は、

前記第1の記憶手段に記録された連続する2つの時間情報 ( $T_x$ )、( $T_y$ ) と、前記第2の記憶手段に記録された時間情報 ( $T_x$ ) に対応する電気信号レベル ( $V_x$ ) とを入力し、前記受光素子の初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) と、前

記連続する 2 つの時間情報 ( $T_x$ )、( $T_y$ )、および電気信号レベル ( $V_x$ ) に基づいて、受光素子の単位時間当たりの受光エネルギー値： $(V_{init} - V_x) / (T_x - T_y)$  を計算し、該受光エネルギー値に基づいて画素値を算出する構成を有することを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【請求項 14】

前記閾値電気信号を時間経過に伴って変化する閾値電気信号値 ( $V_{th}(t)$ ) として設定した構成を有することを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【請求項 15】

前記第 2 の記憶手段は、アナログ値を記憶するアナログメモリとして構成され、前記出力ラインの電気信号レベルをアナログ値として記録する構成であることを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【請求項 16】

前記第 2 の記憶手段は、

複数のデータ記録領域を有し、

前記比較手段からの間欠的な複数の出力信号各々の発生時刻における記録電気信号レベルを、前記複数のデータ記録領域に個別に保持する構成であることを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【請求項 17】

前記比較手段は、

前記受光素子の電気信号レベルを増幅した電気信号レベルと、前記閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) との比較処理を実行する構成であることを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、撮像装置に関する。さらに詳細には、明るい部分と暗い部分、すなわち高輝度領域および低輝度領域の混在する被写体の撮影画像の画質向上を可能とし、さらに、輝度の変化する被写体の撮影画像における輝度変化の高精度な解析を可能とした撮像装置に関する。



## 【0002】

## 【従来の技術】

昨今、デジタルカメラが一般的となってきた。デジタルカメラにおいては、撮影された画像信号をデジタル化した後、フラッシュメモリなどの記録媒体を媒介として、あるいはケーブル接続や赤外線通信などによりパーソナルコンピュータ（PC）などの情報処理装置に転送することが可能であり、データを受信したPCでは、画像をCRTや液晶ディスプレイなどのモニタに表示することが可能である。

## 【0003】

撮像装置により撮影された1枚の画像は、複数の画素データから構成される。例えば、ビデオカメラでは、横720画素、縦480画素に対応する720×480の受光素子各々の受光に基づいて画像が形成される。スチルカメラの場合は、例えば数十万から数百万画素であり、これら1つ1つの画素は、撮像装置内にある受光部の1つ1つの受光素子に対応している。各画素データの値（画素値）は、露出時間内に各受光素子に入射された光エネルギーの量に比例する。換言すれば、各画素の画素値は単位時間当たりに入射された光エネルギーの量に比例する。

## 【0004】

1画素あたりに8ビットデータが割り当てられる場合、各画素データのとり得る画素値は0から255までの256段階である。0は最小輝度であり、受光素子に全く光エネルギーが来なかった、つまり、暗かったことを意味する。反対に、255は最大輝度、すなわち最も明るいことを意味する。画素データが2である画素は、画素データ1の画素に対して、単位時間当たり2倍の光エネルギーを受光したことを意味する。

## 【0005】

前述のように、ビデオカメラでは、720×480画素、スチルカメラでは、数十万から数百万画素を有するが、画像を撮影する場合、これら多数の受光素子に対する露光時間（または露出時間）は全ての画素において共通の時間となる。

## 【0006】

例えば、ある撮影画像-Aのある画素に対応する受光素子の露出時間が、時刻T1から時刻T2であった場合、その撮影画像-Aを構成する全ての画素において、露出時間は、時刻T1から時刻T2となる。なお、 $T2 - T1$ は、およそ $1/30$ 秒から $1/1000$ 秒程度が一般的である。 $T2 - T1$ が、画像-Aを撮影したときの「撮影間隔」と呼ばれる。

## 【0007】

例えば、およそ $1/30$ 秒から $1/1000$ 秒程度に1つの画像、すなわち1つのフレームを生成し、複数フレームを連続して撮影することで動画が撮影される。各フレームは、1つの画像から成り、1つのフレーム画像は、すべての画素が、特定の時刻から特定時間間隔（露出時間）の間、露光されて作成される。

## 【0008】

このように、従来の撮像装置は、全ての画素において、露出間隔を同一にして撮影が行なわれる。そのため、いろいろな制約が発生し問題となっていた。その問題点について、以下に説明する。

## 【0009】

例えば、ビデオカメラ、あるいはスチルカメラ等の撮像装置が、被写体の撮影を行なう場合、被写体に明るいところと、暗いところが混在する場合である。被写体の高輝度部の投影像が投影される受光素子の光エネルギーがオーバーフローしないように撮像装置の露出時間を短く設定すると、低輝度の投影像が投影される受光素子には十分な光エネルギーが得られず、真っ黒な投影像になってしまう。

## 【0010】

反対に、受光部内の暗い側の投影像が投影される受光素子の光エネルギーが十分になるように露出時間を長く設定すると、明るい側の投影像が投影される受光素子には多すぎる光エネルギーが入射されてオーバーフローとなり、真っ白な投影像になってしまう。つまり、明るい部分の投影像をオーバーフローさせずに、かつ、暗い部分の投影像を真っ黒につぶれさせないようにすることは不可能であった。これを「従来構成の欠点1」とする。

## 【0011】

さらに、「従来構成の欠点2」として以下のような問題がある。例えば、暗い背景の中で、明るさが急激に時間とともに変化している物体を連続撮影する場合である。明るさが急激に変化している物体が、時間とともにどのように変化しているかを、撮影された複数の画像フレームに基づいて解析するには、露出時間を短くして連続撮影することが必要となる。

#### 【0012】

しかし、このように露出時間を短くして連続撮影した場合、画像1枚1枚に着目すると、露出時間が短いため、暗い背景に対応する画像を受ける受光素子には十分な光エネルギーが入射されず、真っ黒な投影像となってしまう、暗部の良好な画像が取得できなくなる。

#### 【0013】

反対に、暗い背景に対応する暗い投影像が投影される受光素子の光エネルギーが十分になるように露出時間を長く設定して連続撮影すると、各画像フレームの時間間隔が長くなり、その結果、明るさが急激に変化している物体の明るさの変化の遷移を正確に解析することができなくなる。このように、明暗部のある画像を連続画像として撮影して、明るい部分の輝度変化の解析を行なおうとする場合において、明部、暗部ともに明瞭な画像を得ることができなくなる。これを「従来構成の欠点2」とする。

#### 【0014】

上述の、「従来構成の欠点1」を解決する撮像装置として、「David Stoppa et al., "A 138dB Dynamic Range CMOS Image Sensor with New Pixel Architecture", IEEE International Solid-State Circuits Conference Digest of Technical Papers, pp. 40-41, 2002」や、「特開2001-326857：演算機能付き撮像素子」や、「吉村真一、“CMOS イメージセンサの高画質化とアプリケーション”、信学技報ICD2001-97」などが考案されている。

#### 【0015】

これらの文献において説明されている撮像装置の特徴は、以下のとおりである。まず、最初に、撮像装置の各受光素子においてあるレベルの電気信号が初期設定電気信号（Vinit）レベル（例えば初期電位）としてセットされる。

## 【0016】

その後、撮影により露光が始まる。露光され続けている間、各受光素子に設定された電気信号が流出し、電気信号はゼロに向かう。これは、光エネルギーが受光素子に届くと、それに比例して電気信号が流出するからである。電気信号がゼロに向かう速さは、その受光素子に入射される光エネルギーの量に比例する。

## 【0017】

時々刻々と減衰していく電気信号を比較器において特定の閾値 ( $V_{th}$ ) と比較する。そして、各受光素子の電気信号レベルが閾値 ( $V_{th}$ ) を下回った瞬間の時刻 ( $T_c$ ) を記録する。各受光素子に対して、この時間  $T_c$  を使って、 $(V_{init} - V_{th}) / T_c$  を計算することで、その受光素子に入射される単位時間当たりの光エネルギーを知ることが出来る。

## 【0018】

このように、各画素に対応する受光素子の受光エネルギーを計測して、過度な光エネルギー、あるいは過小な光エネルギーの受光時間を避けて、適度な光エネルギーの受光時間を各受光素子に設定することで、広ダイナミックレンジの撮像装置を提供できる。従って、オーバーフローが起こりにくくなり、明るい部分の投影像をオーバーフローさせずに、かつ、暗い部分の投影像を真っ黒につぶれさせないように撮影を行うことが出来る。この構成により、上述した「従来構成の欠点1」が克服される。

## 【0019】

しかしながら、上述した構成においても、外部から入射される単位時間当たりの光エネルギーが非常に少ない受光素子では、なかなか電気信号が減衰しないので、 $V_{th}$  を下回るまでかなりの時間がかかってしまうという欠点があった。これを「従来構成の欠点3」とする。

## 【0020】

また、これらの改良された撮像装置を使っても、各受光素子は、 $V_{th}$  を下回った時点での時刻を記録した後は、一番暗い受光素子の時刻記録が行われるまで、何もしないで待っていた。つまり、「全ての画素において、撮影間隔が同じであるという撮像装置」である。従って、依然として、「従来構成の欠点2」を解

決するものとはっていない。

【 0 0 2 1 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、高輝度領域としての明部、低輝度領域としての暗部が混在する被写体画像の撮影、または輝度変化のある被写体の撮影において、輝度の高い部分および輝度の低い部分の画像領域の双方を明瞭な画像として撮影することを可能とする撮像装置を提供することを目的とする。

【 0 0 2 2 】

さらに、本発明は、輝度が変化する領域と、低輝度領域が混在する被写体画像を撮影して、輝度変化領域の輝度変化情報を取得する構成において、より正確な輝度変化情報の取得を可能とした撮像装置を提供することを目的とする。

【 0 0 2 3 】

【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の側面は、

受光強度に応じて出力ラインの電気信号レベルを変化させる受光素子と、

前記受光素子の出力ラインにおける電気信号レベルと、閾値電気信号との比較処理を実行し、前記受光素子の出力ラインの電気信号レベルが前記閾値電気信号レベルと交錯したことを条件として出力信号を送出する比較手段と、

クロック信号を入力し、前記比較手段からの出力信号の発生時刻情報を記録する記憶手段とを有し、

前記閾値電気信号を時間経過に伴って変化する閾値電気信号値 ( $V_{th}(t)$ ) として設定した構成を有することを特徴とする撮像装置にある。

【 0 0 2 4 】

さらに、本発明の撮像装置の一実施態様において、前記受光素子は、イニシャライズ信号により初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) に設定され、受光強度に応じて前記出力ラインの電気信号レベルが低下する構成であり、前記比較手段は、前記受光素子の出力ラインの電気信号レベルが、閾値電気信号 ( $V_{th}(t)$ ) 以下となったことを条件として出力信号を送出する構成であり、前記閾値電気信号

( $V_{th}(t)$ ) は、時間経過に伴って増加する値として設定した構成を有することを特徴とする。

## 【 0 0 2 5 】

さらに、本発明の撮像装置の一実施態様において、前記記憶手段は、前記受光素子の露光により、前記出力ラインの初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) が前記閾値電気信号 ( $V_{th}(t)$ ) レベルと交錯するまでに要した時間情報 ( $T_n$ ) を記録する構成を有し、前記撮像装置は、さらに、演算処理部を有し、該演算処理部は、前記記憶手段に記録された時間情報 ( $T_n$ ) とを入力し、前記受光素子の初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) と、閾値電気信号 ( $V_{th}(t)$ )、および前記時間情報 ( $T_n$ ) に基づいて、受光素子の単位時間当たりの受光エネルギー値： $(V_{init} - V_{th}(t)) / T_n$  を計算し、該受光エネルギー値に基づいて画素値を算出する構成を有することを特徴とする。

## 【 0 0 2 6 】

さらに、本発明の撮像装置の一実施態様において、前記比較手段は、前記受光素子の電気信号レベルを増幅した電気信号レベルと、前記閾値電気信号 ( $V_{th}(t)$ ) との比較処理を実行する構成であることを特徴とする。

## 【 0 0 2 7 】

さらに、本発明の第 2 の側面は、

受光強度に応じて出力ラインの電気信号レベルを変化させる受光素子と、

前記受光素子の出力ラインにおける電気信号レベルと、閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) との比較処理を実行し、前記受光素子の出力ラインの電気信号レベルが前記閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) レベルと交錯したことを条件として出力信号を送出する比較手段と、

クロック信号を入力し、前記比較手段からの出力信号の発生時刻情報を記録する記憶手段と、

前記比較手段からの出力信号に基づいて、前記受光素子に対してリセット信号を入力し、前記出力ラインの電気信号レベルを初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) に設定するリセット信号入力手段と、

を有することを特徴とする撮像装置にある。

## 【 0 0 2 8 】

さらに、本発明の撮像装置の一実施態様において、前記記憶手段における時間情報記録処理、および、前記リセット信号入力手段における受光素子に対するリセット信号入力処理は、繰り返し実行され、前記記憶手段は、前記比較手段からの間欠的な複数の出力信号各々の発生時刻情報を連続して記録する構成を有することを特徴とする。

## 【 0 0 2 9 】

さらに、本発明の撮像装置の一実施態様において、前記記憶手段は、前記受光素子の露光により、前記出力ラインの初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) が前記閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) レベルと交錯するまでに要した時間情報 ( $T_n$ ) を連続して記録する構成を有し、前記撮像装置は、さらに、演算処理部を有し、該演算処理部は、前記記憶手段に記録された連続する2つの時間情報 ( $T_x$ )、( $T_y$ ) とを入力し、前記受光素子の初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) と、閾値電気信号 ( $V_{th}$ )、および前記連続する2つの時間情報 ( $T_x$ )、( $T_y$ ) に基づいて、受光素子の単位時間当たりの受光エネルギー値： $(V_{init} - V_{th}) / (T_x - T_y)$  を計算し、該受光エネルギー値に基づいて画素値を算出する構成を有することを特徴とする。

## 【 0 0 3 0 】

さらに、本発明の撮像装置の一実施態様において、前記閾値電気信号を時間経過に伴って変化する閾値電気信号値 ( $V_{th}(t)$ ) として設定した構成を有することを特徴とする。

## 【 0 0 3 1 】

さらに、本発明の撮像装置の一実施態様において、前記比較手段は、前記受光素子の電気信号レベルを増幅した電気信号レベルと、前記閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) との比較処理を実行する構成であることを特徴とする。

## 【 0 0 3 2 】

さらに、本発明の第3の側面は、

受光強度に応じて出力ラインの電気信号レベルを変化させる受光素子と、

前記受光素子の出力ラインにおける電気信号レベルと、閾値電気信号 ( $V_{th}$ )

）との比較処理を実行し、前記受光素子の出力ラインの電気信号レベルが前記閾値電気信号（ $V_{th}$ ）レベルと交錯したことを条件として出力信号を送出する比較手段と、

クロック信号を入力し、前記比較手段からの出力信号の発生時刻情報を記録する第1の記憶手段と、

前記受光素子の出力ラインの電気信号レベルを連続的に記録し、前記比較手段からの出力信号の発生時刻における記録電気信号レベルを保持する第2の記憶手段と、

を有することを特徴とする撮像装置にある。

#### 【0033】

さらに、本発明の撮像装置の一実施態様において、前記撮像装置は、さらに、前記比較手段からの出力信号に基づいて、前記受光素子に対してリセット信号を入力し、前記出力ラインの電気信号レベルを初期設定電気信号（ $V_{init}$ ）に設定するリセット信号入力手段を有することを特徴とする。

#### 【0034】

さらに、本発明の撮像装置の一実施態様において、前記第1の記憶手段における時間情報記録処理、前記第2の記憶手段における電気信号レベル記録保持処理、および、前記リセット信号入力手段における受光素子に対するリセット信号入力処理は、繰り返し実行され、前記第1の記憶手段は、前記比較手段からの間欠的な複数の出力信号各々の発生時刻情報を連続して記録する構成を有し、前記第2の記憶手段は、前記比較手段からの間欠的な複数の出力信号各々の発生時刻における記録電気信号レベルを個別に保持する構成を有することを特徴とする。

#### 【0035】

さらに、本発明の撮像装置の一実施態様において、前記第1の記憶手段は、前記受光素子の露光により、前記出力ラインの初期設定電気信号（ $V_{init}$ ）が前記閾値電気信号（ $V_{th}$ ）レベルと交錯するまでに要した時間情報（ $T_n$ ）を連続して記録する構成を有し、前記撮像装置は、さらに、演算処理部を有し、該演算処理部は、前記第1の記憶手段に記録された連続する2つの時間情報（ $T_x$ ）、（ $T_y$ ）と、前記第2の記憶手段に記録された時間情報（ $T_x$ ）に対応する



電気信号レベル ( $V_x$ ) とを入力し、前記受光素子の初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) と、前記連続する2つの時間情報 ( $T_x$ )、( $T_y$ )、および電気信号レベル ( $V_x$ ) に基づいて、受光素子の単位時間当たりの受光エネルギー値:  $(V_{init} - V_x) / (T_x - T_y)$  を計算し、該受光エネルギー値に基づいて画素値を算出する構成を有することを特徴とする。

## 【0036】

さらに、本発明の撮像装置の一実施態様において、前記閾値電気信号を時間経過に伴って変化する閾値電気信号値 ( $V_{th}(t)$ ) として設定した構成を有することを特徴とする。

## 【0037】

さらに、本発明の撮像装置の一実施態様において、前記第2の記憶手段は、アナログ値を記憶するアナログメモリとして構成され、前記出力ラインの電気信号レベルをアナログ値として記録する構成であることを特徴とする。

## 【0038】

さらに、本発明の撮像装置の一実施態様において、前記第2の記憶手段は、複数のデータ記録領域を有し、前記比較手段からの間欠的な複数の出力信号各々の発生時刻における記録電気信号レベルを、前記複数のデータ記録領域に個別に保持する構成であることを特徴とする。

## 【0039】

さらに、本発明の撮像装置の一実施態様において、前記比較手段は、前記受光素子の電気信号レベルを増幅した電気信号レベルと、前記閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) との比較処理を実行する構成であることを特徴とする。

## 【0040】

## 【作用】

本発明の一実施構成においては、受光素子の電気信号レベルとの比較値として設定される閾値電気信号レベルを時間 ( $t$ ) とともに増加する関数  $V_{th}(t)$  として設定したので、低輝度光の受光素子においても、電気信号レベルと閾値  $V_{th}(t)$  の交錯をより短時間で発生させて、受光素子の受光した単位時間当たりの光エネルギー量の対応値として、 $(V_{init} - V_{th}(t)) / T_3$  の値

を算出することが可能となり、低輝度光を受光する受光素子に対応する画素の画素値の算出が可能となり、高輝度領域、低輝度領域の混在した被写体の撮影画像の高画質化が実現される。

## 【 0 0 4 1 】

さらに、本発明一実施構成における輝度に応じた撮影間隔の変化構成により、比較的高輝度で明るさが時間変化する領域と、低輝度領域が混在する被写体の撮影において、明るさが急激に変化している物体が、時間とともにどのように変化しているかの情報をより正確に取得することが可能となり、かつ、暗い部分の投影像を真っ黒につぶれさせない画像を出力することが可能となる。

## 【 0 0 4 2 】

さらに、本発明の電気信号レベル記録する構成例によれば、閾値電気信号（V t h）以下となった時点の受光素子の電気信号レベルを正確に記録することが可能となり、その記録値に基づいて、受光素子の単位時間当たりの受光エネルギーを算出し、各受光素子に対応する画素値をより正確に求めることが可能となる。

## 【 0 0 4 3 】

本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

## 【 0 0 4 4 】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら、本発明の撮像装置について説明する。なお、本発明の撮像装置は、上述の従来技術の欄で説明した1つの撮像装置構成、すなわち、撮像装置の各受光素子に、あるレベルの電気信号を初期設定電気信号（V i n i t）としてセットし、露光による減衰電気信号を比較器において閾値電気信号（V t h）と比較して、各受光素子の受光エネルギーを解析する構成を適用したものである。

## 【 0 0 4 5 】

本発明の撮像装置は、さらに、高輝度領域としての明部、低輝度領域としての暗部が混在する被写体画像の撮影、または輝度変化のある被写体の撮影において、輝度の高い部分および輝度の低い部分の画像領域の双方を明瞭な画像として撮

影することを可能とした構成を有する。以下、本発明の撮像装置について、3つの実施例に分けてそれぞれを順次、説明する。

## 【0046】

第1の実施例は、撮像装置の各受光素子の露光による減衰電気信号との比較器における比較値として設定される閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) を可変にした構成である。本実施例構成によって、従来技術の欄で説明した「従来構成の欠点3」の問題を発生させることなく、「従来構成の欠点1」の問題点が解決される。すなわち、高輝度領域、低輝度領域の混在する画像を明瞭に、かつ、時間のロスを発生させずに撮影することが可能となる。

## 【0047】

第2の実施例は、高輝度領域（明るい部分）を投影する受光素子は、低輝度領域（暗い部分）を投影する受光素子よりも早い間隔での撮影処理を行なう。例えば、高輝度領域（明るい部分）を投影する受光素子は、低輝度領域（暗い部分）を投影する受光素子の1回の撮影の間に複数回撮影を行う構成例である。この構成により、「従来構成の欠点1」および「従来構成の欠点2」の両方を克服することが出来る。すなわち、高輝度領域、低輝度領域の混在する画像を明瞭に撮影可能となるとともに、明暗部のある画像を連続画像として撮影して、明るい部分の輝度変化の解析を行なう構成において、明部、暗部ともに明瞭な画像を得ることが可能となる。

## 【0048】

なお、第2実施例の撮像装置構成は、画素ごとに撮影間隔が違う構成であり、1つの画像においてフレームという概念はない。従って、「画像全体の撮影時間間隔」ではなく、「各画素毎の撮影時間間隔」の設定の下で画像撮影を行なう構成である。

## 【0049】

第3の実施例は、実施例2の一部の構成を変更した撮像装置であり、各受光素子の単位時間当たりの光エネルギーの量を正確に算出することを可能とし、精度の高い画素データを求めることを可能とした構成例である。

## 【0050】

以下、各実施例の構成の詳細について説明するが、これらの実施例の構成は、それぞれに独立して実施することは勿論、融合した構成として実施することも可能である。すなわち、以下で説明する実施例 1 ～ 3 の構成を併せ持つ撮像装置も可能である。

## 【 0 0 5 1 】

## 〔実施例 1〕

まず、本発明の第 1 の実施例について説明を行う。図 1 に、本発明の第 1 の実施例の撮像装置内に構成される各撮像素子の信号処理部の回路構成を示す。

## 【 0 0 5 2 】

図 1 ( a ) に示すように、撮像装置の受光部 1 0 には、横  $m$  画素、縦  $n$  画素に対応する  $m \times n$  個の受光素子を有する。図 1 ( b ) は、1 画素分に相当する信号処理部 1 0 0 を示す図である。撮像装置には、図 1 ( b ) に示す信号処理部が「画素数分： $m \times n$ 」個、構成される。

## 【 0 0 5 3 】

信号処理部 1 0 0 は、受光素子 1 0 1、比較器 1 0 2、記憶部 1 0 3 を有する。必要に応じて、受光素子 1 0 1 の出力に対する増幅回路を設けてもよい。受光素子 1 0 1 は、例えばフォトダイオードであり、露光期間に受光する光エネルギーの量に応じた電気信号を比較器 1 0 2 に出力する出力ライン上に発生させる。

## 【 0 0 5 4 】

受光素子 1 0 1 は、リセット端子 (Reset) を有し、外部から付与されるイニシャライズ信号 (Initialize) が、受光素子 1 0 1 のリセット端子に伝えられ、受光素子 1 0 1 のリセット処理が行われる。

## 【 0 0 5 5 】

受光素子 1 0 1 は、リセットが行われると、0 でない所望の電気信号レベル、すなわち初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) レベルが、受光素子 1 0 1 の比較器 1 0 2 に対する出力ライン上にセットされる。初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) レベルは、例えば電圧値としての初期電位を示す。被写体の撮影の開始、すなわち露光が開始されると、受光素子 1 0 1 に光が入射され、光エネルギーの量に応じて電気信号が出力し、初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) レベルは、受光する光エ

エネルギーの量に応じて減衰して行く。

【0056】

受光素子101からの電気信号は、比較器102に入力される。一方の入力端子には、閾値電気信号( $V_{th}$ )が入力される。閾値電気信号( $V_{th}$ )は、例えば電圧値としての閾値電位値である。なお、詳細は後述するが、本実施例の撮像装置においては、この閾値電気信号( $V_{th}$ )の値は、時間( $t$ )とともに変化していく値、すなわち、 $V_{th} = V_{th}(t)$ として示される。

【0057】

比較器102の他方の入力端子には、受光素子101での電気信号の値が入力される。比較器102では、これら2つの入力端子からの値の比較が常に行われ、閾値電気信号( $V_{th}$ )レベルよりも受光素子101からの出力ラインの入力電気信号レベルが小さくなったときに、記憶部(デジタルメモリ)103に対する出力信号を出力する。

【0058】

記憶部(デジタルメモリ)103は、クリア端子(Clear)を有し、外部から付与されるイニシャライズ信号(Initialize)が、記憶部(デジタルメモリ)103のクリア端子(Clear)に入力されると、記憶部(デジタルメモリ)103の内容は消去される。

【0059】

記憶部(デジタルメモリ)103は、時刻(デジタルデータ)を記録する。すなわち、記憶部(デジタルメモリ)103のクリア端子(Clear)からの信号を受けた後に、クロックA端子(ClkA)から入力されるクロック数をカウントして、比較器102からの出力信号が、はじめて出力されたときに、そのクロック数を記録する。すなわち、記憶部103は、受光素子101の露光により、受光素子101の出力ラインの初期設定電気信号( $V_{init}$ )が閾値電気信号( $V_{th}$ )レベルと交錯するまでに要した時間情報( $T_n$ )を記録する。

【0060】

記憶部(デジタルメモリ)103において、記録されたクロック数は、演算処理部111に出力される。演算処理部は、受光部10を構成する $m \times n$ 個の受光

素子に対応する信号処理回路から、各画素毎のクロック数を入力し、クロック数に応じた輝度値を算出し、算出輝度値に応じた画像を構成して画像出力部 1 1 2 において画像を出力する。

#### 【 0 0 6 1 】

図 1 に示す信号処理部 1 0 0 の動作を、図 2 に示す信号処理部 1 0 0 における各信号のタイミングチャートを用いて説明する。図 2 のタイミングチャートは、上段から、受光素子 1 0 1 および、記憶部 1 0 3 に入力されるイニシャライズ信号 (Initialize)、記憶部 1 0 3 に入力されるクロック信号、比較器 1 0 2 から記憶部 1 0 3 に対する出力信号を示している。

#### 【 0 0 6 2 】

記憶部 1 0 3 に入力されるクロック信号 (C l k A) により各信号の制御タイミングが決定される。まず、露光開始時刻である時刻 0 までに、イニシャライズ信号 (Initialize) が受光素子 1 0 1 および、記憶部 1 0 3 に入力される。

#### 【 0 0 6 3 】

受光素子の露光により、受光素子から電気信号が発生し、電気信号レベルが低下する。その結果、受光素子 1 0 1 から比較器 1 0 2 に接続されたラインにおける電気信号レベルが、閾値電気信号 (V t h) レベルと等しくなると、比較器 1 0 2 から、出力信号が出力される。図 2 中では、時刻 T 1 - 1 から T 1 の間において、比較器 1 0 2 から、出力信号が出力されている。

#### 【 0 0 6 4 】

比較器 1 0 2 から、出力信号が出力された直後のクロック A (C l k A) の立ち上がりにより、記憶部 (デジタルメモリ) 1 0 3 に、それまでのクロック数 (即ち、T 1 という値) が記録される。なお、記憶部 (デジタルメモリ) 1 0 3 は、時刻 T 1 において一度時刻 (T 1) の記録を行なうと、その記憶データは、イニシャライズ信号 (Initialize) によりクリアされない限り、新たな時刻データは記憶しない。記憶部 (デジタルメモリ) 1 0 3 の記録データは、演算処理部 1 1 1 に出力され、記録クロック数に応じた輝度値 (画素値) が算出される。

#### 【 0 0 6 5 】

信号処理動作を規定するクロック、すなわち図 2 のクロック A (C l k A) の

クロック動作速度は、受光素子 1 0 1 の電気信号の変化に比べて、十分に早いクロック動作速度とする。従って、受光素子 1 0 1 の電気信号の変化を十分な精度でクロック数に対応させることが可能となる。すなわち、受光素子 1 0 1 から比較器 1 0 2 に対する入力電気信号レベルが、閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) レベルと等しくなり、比較器 1 0 2 が信号を出力して、その信号出力タイミングにおいて記憶部 1 0 3 が記録するクロック数は、受光素子の電気信号の変化、すなわち露光量としての受光エネルギー量を精度よく反映したクロック数とすることができる。従って、演算処理部 1 1 1 では、記録クロック数に応じた輝度値 (画素値) を精度よく算出することが可能となる。

## 【 0 0 6 6 】

図 3 を参照して、本実施例の特徴である閾値電気信号レベルの時間的変化の態様、および、記憶部におけるクロックカウント処理について説明する。

## 【 0 0 6 7 】

図 3 は、X 軸に時間 ( $t$ ) 経過、Y 軸に電気信号レベル (例えば電圧値) を示し、3 つの異なる輝度レベルの光を受光する 3 つの受光素子の電気信号レベルの時間的推移 3 0 3 ~ 3 0 5 と、本発明の撮像装置における比較器 1 0 2 に入力する閾値電気信号レベル  $V_{th}(t)$  の時間的推移 3 0 1 と、従来の一定値の閾値電気信号レベル  $V_{th}'$  3 0 2 を示している。

## 【 0 0 6 8 】

図 3 に示す時間軸の時間間隔は、図 2 に示す時間軸の時間間隔に比べてとても長いので、図 3 においては時間方向に対して連続的に動作が行われるように説明している。図 2 は、ミクロ的な動作を説明していて、図 3 はマクロ的な動作を説明していると考えても良い。

## 【 0 0 6 9 】

図 3 において、実線 3 0 1 が本発明の撮像装置において、比較器 1 0 2 に入力する閾値電気信号レベル  $V_{th}(t)$  の値である。実線 3 0 1 で表される  $V_{th}$  は、図に示すように時間 ( $t$ ) とともに増加する関数である。そこで、時間を表すパラメータを  $t$  として、 $V_{th}$  が  $t$  の関数であることを明示的に表すために、 $V_{th}(t)$  と書くことにする。 $V_{th}(t)$  は既知である。

## 【 0 0 7 0 】

図 3 において、点線 3 0 2 が従来の閾値電気信号レベル  $V_{th}'$ 、即ち、時間とともに変化しない一定値として設定された閾値である。この従来の閾値電気信号レベル  $V_{th}'$  を、本発明の閾値電気信号レベル  $V_{th}(t)$  と区別するため、 $V_{th}'$  と書くことにする。 $V_{th}'$  は一定で、 $V_{th}' = V_{th}(0)$  である。

## 【 0 0 7 1 】

なお、 $t = 0$  において、図 2 を用いて説明したように、各受光素子は特定の初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) レベルの電気信号がセットされるとしている。

## 【 0 0 7 2 】

各受光素子は  $t = 0$  から露光が始まる。ここで 3 つの受光素子 (第 1 の受光素子と第 2 の受光素子と第 3 の受光素子) について着目する。第 1 の受光素子には、撮影対象のうち明るい部分 (高輝度部) が投影されているとする。第 2 の受光素子には、対称物体のうち中程度の明るさを持つ部分 (中輝度部) が投影されているとする。第 3 の受光素子には、対称物体のうちとても暗い部分 (低輝度部) が投影されているとする。

## 【 0 0 7 3 】

従って、各受光素子の電気信号のレベルは、時間とともに、図 3 の第 1 の受光素子 (高輝度光受光素子) の電気信号変化 3 0 3、第 2 の受光素子 (中輝度光受光素子) の電気信号変化 3 0 4、第 3 の受光素子 (低輝度光受光素子) の電気信号変化 3 0 5 で示されるように変化していく。第 1 の受光素子のレベルは、入射される単位時間当たりの光エネルギーが多いためかなり急峻にゼロへと向かう (図 3 の 3 0 3)。第 2 の受光素子のレベルは、比較的ゆるやかにゼロへと向かう (図 3 の 3 0 4)。第 3 の受光素子のレベルは、ほとんど光エネルギーが入射されないため、傾きはとてもゆるやかである (図 3 の 3 0 5)。

## 【 0 0 7 4 】

ここで、従来の場合の動作について簡単に述べておく。各受光素子の電気信号は、各時刻において  $V_{th}'$  と比較され、その電気信号が  $V_{th}'$  以下になる時刻を求めることで、その受光素子に投影されている単位時間当たりの光エネルギー



一を知ることができる。具体的には、第1の受光素子（高輝度光受光素子）の電気信号の変化は、図3の303に示されているが、この電気信号が $V_{th}'$ 以下となる瞬間は、図3に示した時刻 $T1'$ である。 $(V_{init} - V_{th}') / T1'$ を計算し、その値に基づいて対応する画素の画素値が設定される。

## 【0075】

同様に、第2の受光素子（中輝度光受光素子）の電気信号の変化は、図3の304に示されているが、この電気信号が $V_{th}'$ 以下となる瞬間は、図3に示した時刻 $T2'$ である。 $(V_{init} - V_{th}') / T2'$ を計算し、その値を、対応する画素データの値としている。このことは、「吉村真一、“CMOS イメージセンサの高画質化とアプリケーション”、信学技報ICD2001-97」の図11にも述べられている。

## 【0076】

第3の受光素子（低輝度光受光素子）の電気信号の変化は、図3の305に示されているが、傾きはほとんどゼロであり、この装置の最大撮影時間（ $T_z$ ）内に、従来の撮像装置における閾値電気信号レベル： $V_{th}'$ と交わることはない。そのため、第3の受光素子に対応する画素データは暗すぎるために測定不能ということになる。

## 【0077】

一方、本発明の撮像装置において設定される時間経過によって変化する（時間（ $t$ ）とともに増加する関数）閾値電気信号レベル $V_{th}(t)$ を適用した場合について説明する。各受光素子の電気信号は、各時刻において $V_{th}(t)$ と比較され、その電気信号が $V_{th}(t)$ 以下になる時刻を求めることで、その受光素子に投影されている単位時間当たりの光エネルギーを知ることができる。

## 【0078】

具体的には、第1の受光素子（高輝度光受光素子）の電気信号の変化303が、閾値電気信号レベル $V_{th}(t)$ 以下となる瞬間は、図3に示した時刻 $T1$ である。この時刻 $T1$ という時間は、図1を参照して説明した信号処理部100における記憶部103に記録され、記録値が演算処理部111に出力され、演算処理部111において、受光素子（高輝度光受光素子）の受光した単位時間当たり

の光エネルギー量の対応値として  $(V_{init} - V_{th}(T1)) / T1$  が計算されて、その計算の結果値に基づいて対応画素の画素値が設定され、画像出力部 112 において出力表示される。なお、演算処理部 111 において算出される  $(V_{init} - V_{th}(T1)) / T1$  は、第 1 の受光素子に入射する単位時間当たりの光エネルギーの量を表している。

## 【0079】

同様に、第 2 の受光素子（中輝度光受光素子）の電気信号の変化 304 が、電気信号が閾値電気信号レベル  $V_{th}(t)$  以下となる瞬間は、図 3 に示した時刻  $T2$  である。この時刻  $T2$  という時間は、図 1 を参照して説明した信号処理部 100 における記憶部 103 に記録され、記録値が演算処理部 111 に出力され、演算処理部 111 において、受光素子（中輝度光受光素子）の受光した単位時間当たりの光エネルギー量の対応値として、 $(V_{init} - V_{th}(T2)) / T2$  が計算されて、その計算の結果値に基づいて対応画素の画素値が設定され、画像出力部 112 において出力表示される。

## 【0080】

さて、第 3 の受光素子（低輝度光受光素子）の電気信号の変化に着目する。第 3 の受光素子（低輝度光受光素子）の電気信号の変化 305 の傾きはほとんどゼロであるが、時間が経過するにつれて閾値電気信号レベル  $V_{th}(t)$  が大きくなるので、時刻  $T3$  において、第 3 の受光素子（低輝度光受光素子）の電気信号レベルは、閾値電気信号レベル  $V_{th}(t)$  を下回る。時刻  $T3$  は、この装置の最大撮影時間 ( $Tz$ ) 内である。

## 【0081】

この時刻  $T3$  という時間は、図 1 を参照して説明した信号処理部 100 における記憶部 103 に記録され、記録値が演算処理部 111 に出力され、演算処理部 111 において、受光素子（低輝度光受光素子）の受光した単位時間当たりの光エネルギー量の対応値として、 $(V_{init} - V_{th}(T3)) / T3$  を計算し、その計算の結果値に基づいて対応画素の画素値が設定され、画像出力部 112 において出力表示される。

## 【0082】

このように、本実施例の撮像装置では、受光素子の電気信号レベルとの比較値として設定される閾値電気信号レベルを時間（ $t$ ）とともに増加する関数  $V_{th}(t)$  として設定したので、従来、受光レベルが低すぎて最大撮影時間（ $T_z$ ）内に、受光素子の電気信号レベルの低下が閾値以下に至らず、受光量の測定が不可能となり、実質的に撮影不能とされていた低輝度光の受光素子においても、その電気信号レベルは、時間（ $t$ ）とともに増加する閾値  $V_{th}(t)$  と交錯することになり、受光素子の受光した単位時間当たりの光エネルギー量の対応値として、 $(V_{init} - V_{th}(T_3)) / T_3$  の値を算出することが可能となり、低輝度光を受光する受光素子に対応する画素の画素値の算出が可能となる。

## 【0083】

このように、本発明の第1実施例の構成によれば、高輝度領域、低輝度領域の混在した被写体の撮影において、それぞれの画素値をすべて高精度に算出することが可能となり、明瞭な画像を取得することが可能となる。すなわち、従来技術の欄で説明した「吉村真一、“CMOS イメージセンサの高画質化とアプリケーション”、信学技報ICD2001-97」と同様に「従来構成の欠点1」の克服が可能となる。

## 【0084】

さらに、本実施例構成は、従来の一定の閾値  $V_{th}'$  を適用した構成と比較して、低輝度光の受光素子の電気信号レベルと閾値  $V_{th}(t)$  との交錯までの時間が短縮されることになる。従って、従来技術の欄で説明した「従来構成の欠点3」、すなわち、外部から入射される単位時間当たりの光エネルギーが非常に少ない受光素子において、閾値  $V_{th}$  を下回るまでかなりの時間がかかるという欠点についても、本実施例構成は解決するものとなる。

## 【0085】

なお、本実施例の撮像装置は、上述の説明において示した第1の受光素子、第2の受光素子、および、第3の受光素子を含む撮像装置の全ての受光素子に対応して、図1に示す信号処理部が構成され、それぞれの信号処理部の比較器に対して時間とともに増加する閾値電気信号  $V_{th}(t)$  を入力する構成を持つ。

## 【0086】

## 〔実施例 2〕

次に、本発明の第 2 実施例の構成の詳細について説明する。第 2 実施例は、高輝度領域（明るい部分）を投影する受光素子が、低輝度領域（暗い部分）を投影する受光素子よりも早い間隔での撮影処理を行なう構成である。本実施例の構成によれば、高輝度領域、低輝度領域の混在する画像を明瞭に撮影可能となるとともに、明暗部のある画像を連続画像として撮影して、明るい部分の輝度変化の解析を行なう構成において、輝度変化のより緻密な解析が可能となり、かつ明部、暗部ともに明瞭な画像を得ることが可能となる。

## 【0087】

輝度変化の解析処理を行なう撮像装置例について図 4 を参照して説明する。絵画 4 5 1 に光点滅による情報送信を行なう情報出力用の光点滅手段 4 5 2 が構成され、撮像手段 4 5 5 が絵画および光点滅手段 4 5 2 を撮影し、光点滅手段の点滅パターンを解析する。点滅パターン解析により、情報、例えば絵画に関する作者情報、説明等の各種情報を取得することができる。このような構成では、絵画自体の輝度は低輝度であり、光点滅手段 4 5 2 は高輝度～低輝度となるが、低輝度画像を明瞭に撮像し、かつ点滅パターンの輝度変化を正確に取得することが必要となる。

## 【0088】

図 5 に、本発明の第 2 実施例の撮像装置内に構成される各撮像素子の信号処理部の回路構成を示す。図 5（a）に示すように、撮像装置の受光部 4 0 には、横  $m$  画素、縦  $n$  画素に対応する  $m \times n$  個の受光素子を有する。図 5（b）は、1 画素分に相当する信号処理部 4 0 0 を示す図である。撮像装置には、図 5（b）に示す信号処理部が「画素数分： $m \times n$ 」個、構成される。

## 【0089】

信号処理部 4 0 0 は、受光素子 4 0 1、比較器 4 0 2、フリップフロップ（FF）4 0 3、OR 論理回路 4 0 5、記憶部 4 0 5、OR 論理回路 4 0 6、AND 論理回路 4 0 7 を有する。必要に応じて、受光素子 1 0 1 の出力に対する増幅回路を設けてもよい。受光素子 4 0 1 は、例えばフォトダイオードであり、露光期間に受光する光エネルギーの量に応じて電気信号を出力ラインを介して比較器 4

0 2 に出力する。

【 0 0 9 0 】

比較器 4 0 2 は、閾値電気信号 (V t h) レベルと受光素子 4 0 1 の電気信号レベルとの比較、例えば双方の電圧値比較が行われる。受光素子 4 0 1 の電気信号レベルは、前述の実施例 1 と、同様、露光時間の経過に従って低下する。

【 0 0 9 1 】

比較器 4 0 2 は、受光素子 4 0 1 の電気信号レベルが低下し、閾値電気信号 (V t h) レベル以下になったときに、出力をフリップフロップ 4 0 3 に出力する。

【 0 0 9 2 】

フリップフロップ 4 0 3 は、1 ビットのフリップフロップであり、クロック B 端子 (C l k B) から与えられる信号の立ち上がりにより比較器 4 0 2 の比較結果を取り込み保持する。

【 0 0 9 3 】

OR 論理演算を実行するオア回路 4 0 4 は、ネクスト端子 (N e x t) から入力される信号と、フリップフロップ 4 0 3 の出力との OR 論理演算結果を出力する。ネクスト端子 (N e x t) から入力される信号は通常 0 に設定される。ネクスト端子 (N e x t) からの入力信号が 1 となるのは、比較器 4 0 1 からの出力信号が出力されない場合でも強制的に出力信号が出力されたとして処理する場合のみである。従って、通常は、フリップフロップ 4 0 3 の出力が、オア回路 4 0 4 から出力されていると考えてよい。以降の説明でも、オア回路 4 0 4 は、フリップフロップ 4 0 3 からの出力がそのまま出力されているとして説明していく。

【 0 0 9 4 】

記憶部 4 0 5 は、デジタルメモリである。イニシャル端子から与えられる外部からのイニシャライズ信号 (Initialize) が、記憶部 (デジタルメモリ) 4 0 5 のクリア端子 (Clear) に入力されており、このイニシャライズ信号により記憶部 (デジタルメモリ) 4 0 5 の内容はすべて消去される。記憶部 (デジタルメモリ) 4 0 5 は、時刻 (デジタルデータ) を複数記録しておくことが出来る。即ち、記憶部 (デジタルメモリ) 4 0 5 のクリア端子 (Clear) からの信号を受けた

後に、クロック A 端子 (C1kA) から入力されるクロック数をカウントして、オア回路 404 (即ち、フリップフロップ 403) からの出力信号が出力される度に、その時のクロック数を記録する。

## 【0095】

なお、先に説明した実施例 1 の構成の記憶部 103 (図 1 参照) は時刻データを 1 つしか記録できなかったが、この実施例 2 における記憶部 (デジタルメモリ) 405 は、複数の時刻データを記録できる。

## 【0096】

OR 論理演算を実行するオア回路 406 は、前述したイニシャル端子から与えられる外部からのイニシャライズ信号 (Initialize) とオア回路 404 (即ち、フリップフロップ 403) の出力との OR 論理演算を実行して演算結果をアンド回路 407 に出力する。

## 【0097】

AND 論理演算を実行するアンド回路 407 は、クロック C 端子 (C1kC) から入力される信号とオア回路 406 の出力との AND 論理演算を実行する。アンド回路 407 の出力は、受光素子 401 のリセット信号として使用される。

## 【0098】

記憶部 (デジタルメモリ) 403 において、記録されたクロック数は、演算処理部 411 に出力される。演算処理部は、受光部 40 を構成する  $m \times n$  個の受光素子に対応する信号処理回路から、各画素毎のクロック数を入力し、クロック数に応じた輝度値を算出し、算出輝度値に応じた画像を構成して画像出力部 412 において画像を出力する。

## 【0099】

図 5 に示す信号処理部 400 の動作を、図 6 に示す信号処理部 400 における各信号のタイミングチャートを用いて説明する。図 6 のタイミングチャートは、上段から、記憶部 405、およびオア回路 406 に入力されるイニシャライズ信号 (Initialize)、記憶部 405 に入力されるクロック信号 A (C1kA)、フリップフロップ (FF) 403 に入力されるクロック信号 B (C1kB)、アンド回路 407 に入力されるクロック信号 C (C1kC)、比較器 402 からフリ

ップフロップ (FF) 4 0 3 に対する出力信号、フリップフロップ (FF) 4 0 3 の出力信号、オア回路 4 0 6 の出力信号、受光素子 4 0 1 に対するリセット信号としてのアンド回路 4 0 7 からの出力信号を、それぞれ示している。

#### 【0 1 0 0】

図 6 は、図 5 に示す 1 画素分の回路の動作を示すタイミングチャートである。時間の単位は、クロック信号 A (C l k A)、クロック信号 B (C l k B)、クロック信号 C (C l k C) により制御される。まず、時刻 0 において、初期化处理として、イニシャライズ信号 (Initialize) が与えられる。

#### 【0 1 0 1】

イニシャライズ信号 (Initialize) により、オア回路 4 0 6 の出力は図 6 の時刻 0 近辺に示すように H i (ハイ) の出力値となり、アンド回路 4 0 7 におけるクロック信号 C (C l k C) とのアンドにより、クロック信号 C (C l k C) の立ち上がりに応じて、図 6 の時刻 0 近辺に示すように、アンド回路 4 0 7 からの出力が H i g h (ハイ) となり、これにより、受光素子 4 0 1 のリセット処理がなされる。このリセット処理により、受光素子 4 0 1 の電気信号は初期設定電気信号 (V i n i t) レベルに設定される。

#### 【0 1 0 2】

受光素子 4 0 1 での電気信号は、露光によって入射される光エネルギーにより、初期設定電気信号 (V i n i t) レベルから徐々に減衰されていく。比較器 4 0 2 は、受光素子 4 0 1 の電気信号レベルと、閾値 (V t h) との比較が行われ、受光素子 4 0 1 の電気信号レベルが閾値 (V t h) 以下となった時刻 (図中では、時刻 T 1 1 近辺) において、信号を出力する。

#### 【0 1 0 3】

この比較器 4 0 2 の出力信号は、時刻 T 1 1 において、クロック B (C l k B) の立ち上がりで、フリップフロップ 4 0 3 に取り込まれ、さらに、オア回路 4 0 6、アンド回路 4 0 7 を経て、受光素子 4 0 1 をリセットすることになる。また記憶部 (デジタルメモリ) 4 0 5 に、イニシャライズ処理時 ( $t = 0$ ) からカウントしたそれまでのクロック数 (即ち、T 1 1 という値) が記録される。

#### 【0 1 0 4】

受光素子401のリセット処理により、受光素子401は、再度、初期設定電気信号（Vinit）レベルに設定されるので、比較器402からの信号は停止する。すなわち、図6の時刻T11近辺における比較器402の出力部分に示すように、比較器402の出力がLow（ロー）となる。

## 【0105】

さらに、時間が経過し、受光素子401の露光により受光素子401の比較器402に対する入力である受光素子401の電気信号レベルが低下し、閾値（Vth）以下となった状態を示すのが、図6の時刻T12や時刻T13近辺である。

## 【0106】

図6に示す時刻T12や時刻T13近辺においては、時刻T11近辺での処理と同様の処理が行われる。すなわち、比較器402の出力、記憶部405における時刻（T12、T13）の記録、および、受光素子401のリセット処理が実行される。このようにして、記憶部405には、連続する露光処理において、受光素子401の電気信号レベルの低下により閾値以下となった時刻データ：T11、T12、T13…が、順次、シーケンシャルに記録されることになる。

## 【0107】

信号処理動作を規定するクロック、すなわち図6のクロックA～C（Clock A～C）のクロック動作速度は、受光素子401の電気信号の変化に比べて、十分に早いクロック動作速度とする。従って、受光素子401の電気信号の変化を十分な精度で、記憶部405の記録するクロック数に対応させることが可能となる。すなわち、受光素子401から比較器402に対する入力電気信号レベルが、閾値電気信号（Vth）レベルと等しくなり比較器402から出力信号が出力され、フリップフロップ403、オア回路404を介した出力に基づいて記憶部405が記録するクロック数は、受光素子の電気信号の変化、すなわち露光量としての受光エネルギー量を精度よく反映したクロック数とすることができる。従って、演算処理部411では、記録クロック数に応じた輝度値（画素値）を精度よく算出して、画像出力部412に出力することが可能となる。

## 【0108】



図 7 を参照して、本実施例の特徴である閾値電気信号レベルの時間的变化の態様、および、記憶部におけるクロックカウント処理について説明する。

#### 【 0 1 0 9 】

図 7 は、X 軸に時間 (t) 経過、Y 軸に電気信号レベル (例えば電圧値) を示し、2 つの異なる輝度レベルの光を受光する 2 つの受光素子の電気信号レベルの時間的推移 6 0 2, 6 0 3 と、本実施例の撮像装置における比較器 4 0 2 に入力する一定置の閾値電気信号レベル  $V_{th} 6 0 1$  を示している。

#### 【 0 1 1 0 】

図 7 に示す時間軸の時間間隔は、図 6 に示す時間軸の時間間隔に比べてとても長いので、図 7 においては時間方向に対して連続的に動作が行われるように説明している。図 6 は、ミクロ的な動作を説明していて、図 7 はマクロ的な動作を説明していると考えても良い。

#### 【 0 1 1 1 】

図 7 において、直線 6 0 1 が本実施例の撮像装置において、比較器 4 0 2 に入力する閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) レベルの値である。直線 6 0 1 で表される  $V_{th}$  は、時間とともに変化しない一定値としている。もちろん、 $V_{th}$  は、先に説明した第 1 実施例と同様、時間とともに増加する関数として設定しても良いが、ここでは、簡単のため、一定レベルを維持したの閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) とした例について説明する。

#### 【 0 1 1 2 】

なお、 $t = 0$  において、図 6 を用いて説明したように、各受光素子は特定の初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) レベルの電気信号がセットされとしている。

#### 【 0 1 1 3 】

各受光素子は  $t = 0$  から露光が始まる。ここで 2 つの受光素子 (第 4 の受光素子と第 5 の受光素子) について着目する。第 4 の受光素子には、撮影対象のうちとても明るくなったりある程度明るくなったりする部分 (時間とともに明るさが変わる部分 = 輝度変化領域) が投影されているとする。第 5 の受光素子には、撮影対象の暗い部分 (低輝度部) が投影されているとする。

#### 【 0 1 1 4 】

露光により、各受光素子の電気信号のレベルは、時間とともに、図7で示されるように変化していく。第4の受光素子（輝度変化部受光素子）の電気信号レベルは、受光素子に入射される単位時間当たりの光エネルギーが多いためかなり急峻にゼロへと向かう（図7の602-1、602-2、602-3、602-4、…）。しかし、第4の受光素子は、輝度の変化する領域の光を受光しているため、電気信号レベルがゼロに向かう早さは、時間とともに変動する。つまり、図7に示すように傾きが一定でない。

## 【0115】

一方、第5の受光素子（低輝度光受光素子）のレベルは、比較的ゆるやかにゼロへと向かう（図7の603-1、603-2、603-3、…）。

## 【0116】

各受光素子の電気信号は、各時刻において比較器に入力されて閾値電気信号（ $V_{th}$ ）レベルと比較され、その受光素子からの電気信号レベルが閾値電気信号（ $V_{th}$ ）レベル以下になる時刻が記憶部に記録され、記録データ（時刻）に基づいて、その受光素子に投影されている単位時間当たりの光エネルギーを知ることができる。

## 【0117】

さらに、受光素子からの電気信号レベルが閾値電気信号（ $V_{th}$ ）レベル以下になると自動的に、受光素子のリセット処理が実行される。すなわち、各受光素子は特定の初期設定電気信号（ $V_{init}$ ）レベルの電気信号がセットされる。なお、このことは、図6を用いて説明済みである。

## 【0118】

具体的には、第4の受光素子（輝度変化部受光素子）の電気信号の変化は、図7の602-1に示されているが、この電気信号が閾値電気信号（ $V_{th}$ ）レベル以下となる瞬間は、図7に示した時刻 $T_{11}$ である。この時刻 $T_{11}$ という時間は、図5に示す記憶部（デジタルメモリ）405に記録され、記録値が演算処理部411に出力され、演算処理部411において、受光素子（輝度変化部受光素子）の受光した単位時間当たりの光エネルギー量の対応値として（ $V_{init} - V_{th}$ ）/ $T_{11}$ が計算されて、その計算の結果値に基づいて対応画素の画素

値が設定され、画像出力部412において出力表示される。

【0119】

なお、 $(V_{init} - V_{th}) / T_{11}$ は、時刻0、正確に言うならば、時刻0から時刻 $T_{11}$ までにおける第4の受光素子（輝度変化部受光素子）に入射する単位時間当たりの光エネルギーの量を表している。

【0120】

さらに、時刻 $T_{11}$ において、記憶部405における時刻（ $T_{11}$ ）の記録処理に並行して、第4の受光素子（輝度変化部受光素子）のリセット処理が実行され、第4の受光素子（輝度変化部受光素子）の電気信号レベルが初期設定電気信号（ $V_{init}$ ）レベルにセットされる。

【0121】

このセットが行われた後も、第4の受光素子は、光エネルギーを受けるので、電気信号は、再度、減衰していく（図7の602-2）。この電気信号が閾値電気信号（ $V_{th}$ ）レベル以下となる瞬間は、図7に示した時刻 $T_{12}$ である。

【0122】

この時刻 $T_{12}$ という時間は、図5に示す記憶部（デジタルメモリ）405に記録され、記録値が演算処理部411に出力され、演算処理部411において、受光素子（輝度変化部受光素子）の受光した単位時間当たりの光エネルギー量の対応値として $(V_{init} - V_{th}) / (T_{12} - T_{11})$ が計算されて、その計算の結果値に基づいて対応画素の画素値が設定され、画像出力部412において出力表示される。

【0123】

なお、 $(V_{init} - V_{th}) / (T_{12} - T_{11})$ は、時刻 $T_{11}$ 、正確に言うならば、時刻 $T_{11}$ から時刻 $T_{12}$ までにおける第4の受光素子（輝度変化部受光素子）に入射する単位時間当たりの光エネルギーの量を表している。

【0124】

さらに、時刻 $T_{12}$ において、記憶部405における時刻（ $T_{12}$ ）の記録処理に並行して、第4の受光素子（輝度変化部受光素子）のリセット処理が実行され、第4の受光素子（輝度変化部受光素子）の電気信号レベルが初期設定電気信

号 (V i n i t) レベルにセットされる。

【 0 1 2 5 】

このセットが行われた後も、第 4 の受光素子は、光エネルギーを受けるので、電気信号は減衰していく (図 7 の 6 0 2 - 3) 。この電気信号が閾値電気信号 (V t h) レベル以下となる瞬間は、図 7 に示した時刻 T 1 3 である。この時刻 T 1 3 という時間は、図 5 に示す記憶部 (デジタルメモリ) 4 0 5 に記録され、記録値が演算処理部 4 1 1 に出力され、演算処理部 4 1 1 において、受光素子 (輝度変化部受光素子) の受光した単位時間当たりの光エネルギー量の対応値として  $(V i n i t - V t h) / (T 1 3 - T 1 2)$  が計算されて、その計算の結果値に基づいて対応画素の画素値が設定され、画像出力部 4 1 2 において出力表示される。

【 0 1 2 6 】

なお、 $(V i n i t - V t h) / (T 1 3 - T 1 2)$  は、時刻 T 1 2、正確に言うならば、時刻 T 1 2 から時刻 T 1 3 までにおける第 4 の受光素子 (輝度変化部受光素子) に入射する単位時間当たりの光エネルギーの量を表している。

【 0 1 2 7 】

さらに、時刻 T 1 3 において、記憶部 4 0 5 における時刻 (T 1 3) の記録処理に並行して、第 4 の受光素子 (輝度変化部受光素子) のリセット処理が実行され、第 4 の受光素子 (輝度変化部受光素子) の電気信号レベルが初期設定電気信号 (V i n i t) レベルにセットされる。

【 0 1 2 8 】

このセットが行われた後も、第 4 の受光素子は、光エネルギーを受けるので、電気信号は減衰していく (図 7 の 6 0 2 - 4) 。同様にして、次々と、第 4 の受光素子 (輝度変化部受光素子) の電気信号レベルが、閾値電気信号 (V t h) レベル以下となる時刻を、記憶部にシーケンシャルに記録し、記録処理に並行して受光素子のリセットによる初期設定電気信号 (V i n i t) の再セットが行われる。

【 0 1 2 9 】

これは、ある一定の期間 (図示省略した時刻 T x) まで行われる。なお、図 7

の602-1、602-2、602-3、602-4が直線でないのは、第4の受光素子には、撮影対象のうちとても明るくなったりある程度明るくなったりする部分（時間とともに明るさが変わる部分）が投影されているからである。

#### 【0130】

次に、第5の受光素子（低輝度光受光素子）の電気信号レベルの変化およびデータ記録処理について説明する。第5の受光素子（低輝度光受光素子）の電気信号の変化は、図7の603-1に示されているが、この電気信号が閾値電気信号（ $V_{th}$ ）レベル以下となる瞬間は、図7に示した時刻T21である。この時刻T21という時間は、図5に示す記憶部（デジタルメモリ）405に記録され、記録値が演算処理部411に出力され、演算処理部411において、受光素子（低輝度光受光素子）の受光した単位時間当たりの光エネルギー量の対応値として $(V_{init} - V_{th}) / T21$ が計算されて、その計算の結果値に基づいて対応画素の画素値が設定され、画像出力部412において出力表示される。

#### 【0131】

$(V_{init} - V_{th}) / T21$ は、時刻0、正確に言うならば、時刻0から時刻T21までにおける第5の受光素子（低輝度光受光素子）に入射する単位時間当たりの光エネルギーの量を表している。

#### 【0132】

さらに、時刻T21において、記憶部405における時刻（T21）の記録処理に並行して、第5の受光素子（低輝度光受光素子）のリセット処理が実行され、第5の受光素子（低輝度光受光素子）の電気信号レベルが初期設定電気信号（ $V_{init}$ ）レベルにセットされる。

#### 【0133】

このセットが行われた後も、第5の受光素子は、光エネルギーを受けるので、電気信号は減衰していく（図7の603-2）。この電気信号が閾値電気信号（ $V_{th}$ ）レベル以下となる瞬間は、図7に示した時刻T22である。この時刻T22という時間は、図5に示す記憶部（デジタルメモリ）405に記録され、記録値が演算処理部411に出力され、演算処理部411において、受光素子（低輝度光受光素子）の受光した単位時間当たりの光エネルギー量の対応値として（

$V_{init} - V_{th}$  ) /  $(T_{22} - T_{21})$  が計算されて、その計算の結果値に基づいて対応画素の画素値が設定され、画像出力部 4 1 2 において出力表示される。

【0 1 3 4】

$(V_{init} - V_{th}) / (T_{22} - T_{21})$  は、時刻  $T_{21}$ 、正確に言うならば、時刻  $T_{21}$  から時刻  $T_{22}$  までにおける第 5 の受光素子（低輝度光受光素子）に入射する単位時間当たりの光エネルギーの量を表している。

【0 1 3 5】

さらに、時刻  $T_{22}$  において、記憶部 4 0 5 における時刻  $(T_{22})$  の記録処理に並行して、第 5 の受光素子（低輝度光受光素子）のリセット処理が実行され、第 5 の受光素子（低輝度光受光素子）の電気信号レベルが初期設定電気信号  $(V_{init})$  レベルにセットされる。

【0 1 3 6】

このセットが行われた後も、第 5 の受光素子は、光エネルギーを受けるので、電気信号は減衰していく（図 7 の 6 0 2 - 3）。同様に、次々と、第 5 の受光素子（低輝度光受光素子）の電気信号レベルが、閾値電気信号  $(V_{th})$  レベル以下となる時刻を、記憶部にシーケンシャルに記録し、記録処理に並行して受光素子のリセットによる初期設定電気信号  $(V_{init})$  の再セットが行われる。

【0 1 3 7】

これは、ある一定の期間（図示省略した時刻  $T_x$ ）まで行われる。なお、図 7 の 6 0 3 - 1、6 0 3 - 2、6 0 3 - 3 が、6 0 2 - 1、6 0 2 - 2、6 0 2 - 3、6 0 2 - 4 に比べて、傾きが緩やかなのは、第 5 の受光素子には、対称物体のうちある程度暗い部分が投影されているからである。

【0 1 3 8】

なお、第 4 の受光素子、および、第 5 の受光素子の動作を説明するにあたり、同じ図（図 5）を用いて説明したが、先に説明したように、第 4 の受光素子、および、第 5 の受光素子は、それぞれ、その受光素子毎に図 5 に示す信号処理部を持っている。

【 0 1 3 9 】

さて、以上の説明から分かるように、第 4 の受光素子（輝度変化部受光素子）に対応する画素に関するデータとして、

「時刻 0 において入射する単位時間当たりの光エネルギーの量」、

「時刻 T 1 1 において入射する単位時間当たりの光エネルギーの量」、

「時刻 T 1 2 において入射する単位時間当たりの光エネルギーの量」、…

が求まることになる。

【 0 1 4 0 】

このことは、時刻 0、時刻 T 1 1、時刻 T 1 2、…という短い時間間隔で、第 4 の受光素子（輝度変化部受光素子）へ入射してくる光を測定できることを意味するものである。つまり、暗い背景の中で、明るさが急激に時間とともに変化している物体を撮影する場合において、明るさが急激に変化している物体が、時間とともにどのように変化しているかを短い測定時間間隔で知ることが可能となり、正確な輝度変化情報の取得が可能となる。

【 0 1 4 1 】

さらに、第 5 の受光素子（輝度変化部受光素子）に対応する画素に関するデータとして、

「時刻 0 における入射する単位時間当たりの光エネルギーの量」、

「時刻 T 2 1 における入射する単位時間当たりの光エネルギーの量」、…

が求まることになる。

【 0 1 4 2 】

このことは、時刻 0、時刻 T 2 1、…という長い時間間隔で、第 5 の受光素子へ入射してくる光を測定できることを意味する。これら時刻における値の平均値を求めれば、時刻 0 から時刻 T x までの間に入射する単位時間当たりの光エネルギーの量」を知ることが出来る。つまり、暗い背景の中で、明るさが急激に時間とともに変化している物体を撮影する場合において、暗い部分の投影像を真っ黒につぶれさせないで、正確に画素データを求めることが出来る。

【 0 1 4 3 】

このように、実施例 2 の構成によれば、比較的高輝度で明るさが時間変化する

領域と、低輝度領域が混在する被写体の撮影において、明るさが急激に変化している物体が、時間とともにどのように変化しているかを、より正確に知ることができ、かつ、暗い部分の投影像を真っ黒につぶれさせない画像を出力することが可能となる。このことは、従来技術の欄で述べた「従来構成の欠点2」を克服することを意味する。

## 【0144】

なお、明るい部分が投影されている画素（第4の受光素子に対応する画素）においては、時刻0から時刻T<sub>x</sub>までの平均的な明るさも時刻0、時刻T<sub>11</sub>、時刻T<sub>12</sub>、…における平均値よりオーバーフローすることもなく求めることが出来る。このことは、「従来構成の欠点1」の克服を意味する。

## 【0145】

## 〔実施例3〕

最後に、本発明の第3の実施例について説明を行う。第3の実施例は、上述した実施例2の一部の構成を変更した撮像装置であり、各受光素子の単位時間当たりの光エネルギーの量を正確に算出することを可能とし、精度の高い画素データを求めることを可能とした構成例である。

## 【0146】

図8に、本発明の第3の実施例の撮像装置内に構成される各撮像素子の信号処理部の回路構成を示す。先の実施例と同様、撮像装置の受光部には、横m画素、縦n画素に対応するm×n個の受光素子を有し、図8は、1画素分に相当する信号処理部を示す図である。撮像装置には、図8に示す信号処理部が「画素数分：m×n」個、構成される。

## 【0147】

図8において、先に説明した実施例2の図5の構成要素と同一の構成要素については、同一の番号を付してある。本実施例3の信号処理部は、受光素子401、比較器402、フリップフロップ（FF）403、OR論理回路405、記憶部405、OR論理回路406、AND論理回路407を有する。必要に応じて、受光素子101の出力に対する増幅回路を設けてもよい。受光素子401は、例えばフォトダイオードであり、露光期間に受光する光エネルギーの量に応じて



電気信号を出力ラインを介して比較器 4 0 2 に出力する。必要に応じて、受光素子 1 0 1 の出力に対する増幅回路を設けてもよい。これらの構成は、実施例 2 と同様の構成である。

#### 【0 1 4 8】

実施例 3 の信号処理部は、さらに、カウンタ 7 0 1、N 個のアンド回路 7 0 2 - 0 ~ (N - 1)、および、N 個のアナログメモリ 7 0 3 - 0 ~ (N - 1) が付け加えられている。なお、アンド回路 7 0 2 - 3 ~ (N - 2) と、アナログメモリ 7 0 3 - 3 ~ (N - 2) は、図示省略している。また、N は、任意の正の整数値である。N 個のアナログメモリ 7 0 3 - 0 ~ (N - 1) は、受光素子 4 0 1 の電気信号レベルをアナログ値として読み取り記録する。記録処理については、後述する。

#### 【0 1 4 9】

図 8 の構成中、4 0 1 ~ 4 0 7 の構成要素は、実施例 2 と同様であり、受光素子 4 0 1 の電気信号レベルがまず、初期設定電気信号 (V i n i t) レベルに設定され、露光による電気信号レベルの低下により閾値 (V t h) 以下となったとき、比較器 4 0 2 の出力が発生し、記憶部 4 0 5 における時刻記録、および、受光素子 4 0 1 のリセット処理が実行される。

#### 【0 1 5 0】

カウンタ 7 0 1 は、外部から与えられるイニシャライズ信号 (Initialize) により、リセットが行われることで [0] が設定される。また、オア回路 4 0 4 (即ち、フリップフロップ 4 0 3) からの出力信号が立ち下がる度に、インクリメント信号が入力され、カウンタ値が 1 ずつインクリメントされる。

#### 【0 1 5 1】

N 個のアンド回路 7 0 2 - 0 ~ (N - 1) の各々は、図 9 に示す条件の下に、ライトイネーブル信号 (Write Enable) の入力に基づいて、各アンド回路に対応して個別に設定されたアナログメモリ 7 0 3 - 0 ~ (N - 1) に対して信号の出力を行なう。すなわち、

AND 回路 7 0 2 - 0 : カウンタ値 [0] のとき、アナログメモリ 7 0 3 - 0 に出力。

AND回路702-1:カウンタ値[1]のとき、アナログメモリ703-1に出力。

AND回路702-2:カウンタ値[2]のとき、アナログメモリ703-2に出力。

AND回路702-3:カウンタ値[3]のとき、アナログメモリ703-3に出力。

以下、AND回路702-4~(N-1)のそれぞれが、カウンタ値[4]~[N-1]である場合にそれぞれの対応アナログメモリ703-4~(N-1)に出力を行なう。

#### 【0152】

アナログメモリ703-0は、カウンタ701のカウンタ値が[0]であることを条件としてアンド回路702-0から出力される信号に基づいて、受光素子401で発生される電気信号を非破壊的に記録する。「非破壊的」とは、受光素子401で発生されている電気信号の値に変化を与えずに、同じ電気信号の値を、アナログメモリ703-0に書き込むということである。具体的な非破壊的な回路の例は、「吉村真一、“CMOS イメージセンサの高画質化とアプリケーション”、信学技報ICD2001-97」の図8の「受光部とフレームメモリ部」を参照されたい。

#### 【0153】

同様に、アナログメモリ703-1は、カウンタ701のカウンタ値が[1]であることを条件としてアンド回路702-1から出力される信号に基づいて、受光素子401で発生される電気信号を非破壊的に記録する。アナログメモリ703-2は、カウンタ701のカウンタ値が[2]であることを条件としてアンド回路702-2から出力される信号に基づいて、受光素子401で発生される電気信号を非破壊的に記録する。

#### 【0154】

他のアナログメモリ703-3~(N-1)も同様であり、それぞれカウンタ701のカウンタ値が[3]~[N-1]であることを条件としてアンド回路702-3~(N-1)から出力される信号に基づいて、受光素子401で発生さ

れる電気信号を非破壊的に記録する。

【0155】

図8に示す信号処理部の動作を、図10に示す各信号のタイミングチャートを用いて説明する。図10のタイミングチャートは、上段から、記憶部405、オア回路406、およびカウンタ701に入力されるイニシャライズ信号 (Initialize)、記憶部405に入力されるクロック信号A (Clock A)、フリップフロップ (FF) 403に入力されるクロック信号B (Clock B)、アンド回路407に入力されるクロック信号C (Clock C)、比較器402からフリップフロップ (FF) 403に対する出力信号、フリップフロップ (FF) 403の出力信号、オア回路406の出力信号、受光素子401に対するリセット信号としてのアンド回路407からの出力信号、アンド回路702-0～(N-1)に出力されるライトイネーブル信号、カウンタ701の出力を、それぞれ示している。

【0156】

図10に示すタイミングチャートにおいて、先に説明した実施例2における図6のタイミングチャートと異なる部分に絞って説明する。

【0157】

ライトイネーブル信号 (Write Enable) は、毎クロック毎に発せられ、アンド回路702-0～(N-1)に出力される。また、時刻0において、図8のイニシャライズ信号 (Initialize) が出力され、イニシャライズ信号 (Initialize) をリセット信号として入力するカウンタ701の値は0にリセットされる。

【0158】

受光素子401の電気信号レベルがまず、初期設定電気信号 (Vinit) レベルに設定され、露光による電気信号レベルの低下により閾値 (Vth) 以下となったとき、比較器402の出力が発生し、オア回路404 (即ち、フリップフロップ403) からの出力信号が出力される度に、カウンタ701の値は1ずつインクリメントされる。

【0159】

従って、比較器402の出力が発生する時刻T31までは、カウンタ701の値は[0]に維持され、この間、AND回路702-0は、入力するライトイネ

ーブル信号 (Write Enable) の入力毎にアナログメモリ 703-0 に対して信号を出力し、アナログメモリ 703-0 は、信号入力毎に受光素子 401 の電気信号レベルをアナログ値として記録する。この記録値は、逐次上書きされるので、アナログメモリ 703-0 は、最終的には、時刻 T31、すなわち、カウンタ 701 のカウンタ値が [1] に変更される直前の時刻 T31 における受光素子 401 の電気信号レベルを記録値として保持する。

## 【0160】

このカウンタ 701 の更新 (インクリメント) は、受光素子 401 の電気信号レベルが露光による低下により閾値 ( $V_{th}$ ) 以下となったときの比較器 402 の出力に基づいて行われる。従って、アナログメモリ 703-0 は、受光素子 401 の電気信号レベルが、閾値 ( $V_{th}$ ) 以下となり、その後のクロックタイミングで、カウンタ 701 がインクリメントされる直前のタイミングにおける受光素子 401 の電気信号レベルを記録することになる。

## 【0161】

さらに、その後、時刻 T32 までは、カウンタ 701 の値は [1] に維持され、この間、AND 回路 702-1 は、入力するライトイネーブル信号 (Write Enable) の入力毎にアナログメモリ 703-1 に対して信号を出力し、アナログメモリ 703-1 は、信号入力毎に受光素子 401 の電気信号レベルをアナログ値として記録する。この記録値は、逐次上書きされるので、アナログメモリ 703-1 は、最終的には、時刻 T32、すなわち、カウンタ 701 のカウンタ値が [2] に変更される直前の時刻 T32 における受光素子 401 の電気信号レベルを記録値として保持する。

## 【0162】

さらに、その後、時刻 T33 までは、カウンタ 701 の値は [2] に維持され、この間、AND 回路 702-2 は、入力するライトイネーブル信号 (Write Enable) の入力毎にアナログメモリ 703-2 に対して信号を出力し、アナログメモリ 703-2 は、信号入力毎に受光素子 401 の電気信号レベルをアナログ値として記録する。この記録値は、逐次上書きされるので、アナログメモリ 703-2 は、最終的には、時刻 T33、すなわち、カウンタ 701 のカウンタ値が [

3] に変更される直前の時刻  $T_{33}$  における受光素子 401 の電気信号レベルを記録値として保持する。

【0163】

以下、カウンタ 701 の値  $[3] \sim [N-1]$  に応じて、AND 回路 702-3  $\sim (n-1)$  が順次、出力を行ない、それぞれ、アナログメモリ 703-3  $\sim (N-1)$  に対して、カウンタ更新直前の受光素子 401 の電気信号レベルを記録値として保持する。

【0164】

先に説明した第 2 実施例の説明において、動作クロック（図 6 のクロック A、B、C の 1 クロック分）は、受光素子の電気信号の変化に比べて十分に早く、受光素子の電気信号レベルが閾値 ( $V_{th}$ ) 以下になった時点の時刻を正確に記録することができるが、装置構成によっては、動作クロックを早めることが出来ない場合もある。このような場合に、ここで説明した第 3 実施例は有効である。

【0165】

図 11 を参照して、本実施例の特徴である閾値電気信号レベルの時間的变化の態様、および、アナログメモリ 703-3  $\sim (N-1)$  における電気信号レベル記録処理について説明する。

【0166】

図 11 は、X 軸に時間 ( $t$ ) 経過、Y 軸に電気信号レベル（例えば電圧値）を示し、受光素子の電気信号レベルの時間的推移 902 と、比較器 402 に入力する一定置の閾値電気信号レベル  $V_{th} 901$  を示している。

【0167】

図 11 に示す時間軸の時間間隔は、アンド回路 702-1  $\sim (N-1)$  に入力するライトイネーブル信号 (Write Enable) の出力タイミングを規定する動作クロックを時間の基準とし、これを時刻  $t = 0, 1, 2, \dots$  という整数で示す。すなわち、ライトイネーブル信号 (Write Enable) は、時刻  $t = 0, 1, 2, \dots$  のタイミングでアンド回路 702-1  $\sim (N-1)$  に、ライトイネーブル信号 (Write Enable) を出力する。

## 【0168】

図11において、直線901が本実施例の撮像装置において、比較器402に入力する閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) レベルの値である。直線901で表される  $V_{th}$  は、時間とともに変化しない一定値としている。もちろん、 $V_{th}$  は、先に説明した第1実施例と同様、時間とともに増加する関数として設定しても良いが、ここでは、簡単のため、一定レベルを維持したの閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) とした例について説明する。

## 【0169】

なお、 $t = 0$ において、図10を用いて説明したように、各受光素子は特定の初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) レベルの電気信号がセットされとしている。この時点で、カウンタ701の値もリセットされ、カウンタ値は0に設定される。

## 【0170】

各受光素子は  $t = 0$  から露光が始まる。ここで、ある1つの受光素子（第6の撮像素子）について着目する。第6の受光素子には、撮影対象のうちとても明るくなったりある程度明るくなったりする部分（時間とともに明るさが変わる部分）が投影されているとする。従って、受光素子の電気信号のレベルは、時間とともに、図11で示されるように変化していく。第6の受光素子のレベルは、入射される単位時間当たりの光エネルギーが多いためかなり急峻にゼロへと向かう（図11の902-1、902-2、902-3、902-4、...）。そして、ゼロへ向かう早さは、時間とともに変動する（つまり、図11において傾きが一定でない）。

## 【0171】

各受光素子の電気信号は、各時刻（時刻  $t = 0, 1, 2, 3, \dots$ ）において比較器402において、閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) レベルと比較される。また、各時刻において、その受光素子の電気信号は、アナログメモリに記録される。この記録の際に、新規書き込みデータが過去の記録データに対して上書きされ、最新の記録データのみが保持される。

## 【0172】

なお、アナログメモリ703-0～(N-1)は、図10に示すようにN個あるが、受光素子の電気信号レベルの記録処理を実行するのは、カウンタ701のカウンタ値によって決定される1つのアナログメモリである。イニシャライズ後の最初時点では、カウンタ701が[0]を示しているので、第0番目のアナログメモリ703-0に記録される。

## 【0173】

受光素子401は露光により、電気信号は減衰して行く。その電気信号が比較器402における比較値としての閾値電気信号( $V_{th}$ )以下になる時刻を求めることで、その受光素子に投影されている単位時間当たりの光エネルギーを知ることができる。ここで言う時刻とは、0、1、2、…と離散的であり、動作クロックよりも精度良く時刻を求めることは出来ない。しかし、受光素子401の電気信号は動作クロック毎にアナログメモリに記録されているので、記録データから詳細情報を得ることが出来る。

## 【0174】

また、受光素子401の電気信号レベルが閾値電気信号( $V_{th}$ )以下になると、受光素子401のリセット処理が実行され、受光素子401は、初期手前記信号( $V_{init}$ )レベルに設定される。さらに、このリセット処理に並列してカウンタ701の値が1だけインクリメントされる。

## 【0175】

カウンタ701のインクリメント処理により、アンド回路702-0の出力が停止し、アンド回路702-1の出力が開始する。従って、アナログメモリ703-0に最終的に記録保持されるデータは、受光素子401の電気信号レベルが閾値電気信号( $V_{th}$ )以下になって、カウンタの更新が実行される直前の電気信号レベルとなる。カウンタが[1]となった以降は受光素子401の電気信号はアナログメモリ703-1に記録されるようになる。

## 【0176】

上述の処理は、受光素子401の電気信号が減衰して、閾値電気信号( $V_{th}$ )以下になる時刻(0、1、2、…など離散的な時刻)において行われる。従って、「電気信号が $V_{th}$ 以下になる複数の時刻」がデジタルメモリ405に記録

されるとともに、カウンタ701がインクリメントされていき、アナログメモリ703-0～(N-1)に順番に「電気信号が $V_{th}$ 以下になる時刻における電気信号」の値が保持されることになる。

## 【0177】

具体的には、第6の受光素子の電気信号の変化は、図11の902-1に示されているが、この電気信号レベルが閾値電気信号( $V_{th}$ )以下となる瞬間は、図11に示した時刻T31である。ここで、T31は整数である。つまり、正確に言うと、「電気信号が $V_{th}$ 以下となる時刻は一般的には少数部を含む有理数であるが、この有理数を超える最小となる整数」がT31である。

## 【0178】

時刻T31-1では、第6の受光素子の電気信号レベルは、閾値電気信号( $V_{th}$ )以上であり、時刻T31では閾値電気信号( $V_{th}$ )以下である。この時刻T31という時間は、図8に示す記憶部(デジタルメモリ)401に記録される。また、時刻T31までは、カウンタ701の値は0を示しているので、時刻 $t=0, 1, 2, \dots, T31$ において、アナログメモリ703-0に、受光素子の電気信号が記録される。時刻T31では、カウンタ701がインクリメントされて、1という値となる。アナログメモリ703-0は、時刻T31まで毎回上書きされつづけているので、最後に書かれた値である「時刻T31における受光素子の電気信号レベル( $V31$ )」が保持されることになる。

## 【0179】

アナログメモリ703-0の記録した電気信号レベル( $V31$ )と、記憶部(デジタルメモリ)405に記録された時刻(T31)は、演算処理部に出力され、演算処理部において、受光素子401の受光した単位時間当たりの光エネルギー量の対応値として $(V_{init}-V31)/T31$ が計算されて、その計算の結果値に基づいて対応画素の画素値が設定され、画像出力部において出力表示される。

## 【0180】

なお、 $(V_{init}-V31)/T31$ は、時刻0、正確に言うならば、時刻0から時刻T31までにおける第6の受光素子に入射する単位時間当たりの光エ



エネルギーの量を表している。

【0181】

さらに、時刻  $T_{31}$  において、第6の受光素子のリセット処理が実行され、第6の受光素子の電気信号レベルが初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) レベルにセットされる。このセットが行われた後も、第6の受光素子は、光エネルギーを受けるので、電気信号は減衰していく (図11の902-2)。この電気信号レベルが、閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) レベル以下となる瞬間は、図11に示した時刻  $T_{32}$  である。

【0182】

ここで、 $T_{32}$  は整数である。つまり、正確に言うと、「電気信号が  $V_{th}$  以下となる時刻は一般的には少数部を含む有理数であるが、この有理数を超える最小となる整数」が  $T_{32}$  である。時刻  $T_{32}-1$  では  $V_{th}$  以上であり、時刻  $T_{32}$  では  $V_{th}$  以下である。この時刻  $T_{32}$  という時間は、図8の記憶部 (デジタルメモリ) 405 に記録される。また、時刻  $T_{32}$  までは、カウンタ701の値は [1] を示しているので、時刻  $t = T_{31} + 1, T_{31} + 2, T_{31} + 3, \dots, T_{32}$  において、アナログメモリ703-1に、受光素子401の電気信号が記録される。時刻  $T_{32}$  では、カウンタ701がインクリメントされて、[2] となる。

【0183】

アナログメモリ703-1は、時刻  $T_{32}$  まで毎回上書きされつづけているので、最後に書かれた値である「時刻  $T_{32}$  における受光素子の電気信号 ( $V_{32}$ )」が保持されることになる。

【0184】

アナログメモリ703-1の記録した電気信号レベル ( $V_{32}$ ) と、記憶部 (デジタルメモリ) 405 に記録された時刻 ( $T_{32}$ ) は、演算処理部に出力され、演算処理部において、受光素子401の受光した単位時間当たりの光エネルギー量の対応値として  $(V_{init} - V_{32}) / (T_{32} - T_{31})$  が計算されて、その計算の結果値に基づいて対応画素の画素値が設定され、画像出力部において出力表示される。

## 【0185】

なお、 $(V_{init} - V_{32}) / (T_{32} - T_{31})$  は、時刻  $T_{31}$ 、正確に言うならば、時刻  $T_{31}$  から時刻  $T_{32}$  までにおける第 6 の受光素子に入射する単位時間当たりの光エネルギーの量を表している。

## 【0186】

さらに、時刻  $T_{32}$  において、第 6 の受光素子のリセット処理が実行され、第 6 の受光素子の電気信号レベルが初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) レベルにセットされる。このセットが行われた後も、第 6 の受光素子は、光エネルギーを受けるので、電気信号は減衰していく (図 11 の 902-3)。この電気信号レベルが閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) レベル以下となる瞬間は、図 11 に示した時刻  $T_{33}$  である。

## 【0187】

ここで、 $T_{33}$  は整数である。つまり、正確に言うと、「電気信号が  $V_{th}$  以下となる時刻は一般的には少数部を含む有理数であるが、この有理数を超える最小となる整数」が  $T_{33}$  である。時刻  $T_{33} - 1$  では  $V_{th}$  以上であり、時刻  $T_{33}$  では  $V_{th}$  以下である。この時刻  $T_{33}$  という時間は、図 8 の記憶部 (デジタルメモリ) 405 に記録される。また、時刻  $T_{33}$  までは、カウンタ 701 の値は [2] を示しているので、時刻  $t = T_{32} + 1$ 、 $T_{32} + 2$ 、 $T_{32} + 3$ 、…、 $T_{33}$  において、アナログメモリ 703-2 に、受光素子 401 の電気信号が記録される。時刻  $T_{33}$  では、カウンタ 701 がインクリメントされて [3] となる。

## 【0188】

アナログメモリ 703-2 は、時刻  $T_{33}$  まで毎回上書きされつづけているので、最後に書かれた値である「時刻  $T_{33}$  における受光素子の電気信号 ( $V_{33}$ )」が保持されることになる。

## 【0189】

アナログメモリ 703-1 の記録した電気信号レベル ( $V_{33}$ ) と、記憶部 (デジタルメモリ) 405 に記録された時刻 ( $T_{33}$ ) は、演算処理部に出力され、演算処理部において、受光素子 401 の受光した単位時間当たりの光エネルギー

一量の対応値として  $(V_{init} - V_{33}) / (T_{33} - T_{32})$  が計算されて、その計算の結果値に基づいて対応画素の画素値が設定され、画像出力部において出力表示される。

#### 【0190】

なお、 $(V_{init} - V_{33}) / (T_{33} - T_{32})$  は、時刻  $T_{32}$ 、正確に言うならば、時刻  $T_{32}$  から時刻  $T_{33}$  までにおける第6の受光素子に入射する単位時間当たりの光エネルギーの量を表している。

#### 【0191】

さらに、時刻  $T_{33}$  において、第6の受光素子のリセット処理が実行され、第6の受光素子の電気信号レベルが初期設定電気信号 ( $V_{init}$ ) レベルにセットされる。このセットが行われた後も、第6の受光素子は、光エネルギーを受けるので、電気信号は減衰していく (図11の902-4)。同様にして、次々と、受光素子401が、閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) レベル以下となる時刻の記録部405における記録処理と、アナログメモリ703-0～(N-1)における、その時刻の受光素子401の電気信号レベルの記録処理が行われる。

#### 【0192】

受光素子401の電気信号レベルが閾値電気信号 ( $V_{th}$ ) レベル以下になる時刻における電気信号値は、アナログメモリ703-0～(N-1)に順番に記録されていく。これは、ある一定の期間 (図示省略した時刻  $T_y$ ) まで行われる。なお、図11の902-1、902-2、902-3、902-4が直線でないのは、第6の受光素子には、撮影対象のうちとても明るくなったりある程度明るくなったりする部分 (時間とともに明るさが変わる部分) が投影されているからである。

#### 【0193】

第2の実施例と第3の実施例についての違いについて説明する。今、動作クロックの間隔 (上述では、0、1、2、…という整数) が、受光素子の電気信号の減衰する速さに比べて、それほど早くない場合について考えている。同じ状況下で撮影した場合、第2の実施例を用いた装置では、第6の受光素子の部分で、 $(V_{init} - V_{th}) / T_{31}$ 、 $(V_{init} - V_{th}) / (T_{32} - T_{31})$

、および、 $(V_{init} - V_{th}) / (T_{33} - T_{32})$  が計算されて、その値を、対応する画素データの時刻0、 $T_{31}$ および $T_{32}$ における値としている。

【0194】

しかし、実際には、これらは、図11に表されている電気信号の減衰速度を正確には表現していない。これは、電気信号が $V_{th}$ 以下となる時刻は一般的には少数部を含む有理数であるが、この有理数を超える最小となる整数( $T_{31}$ 、 $T_{32}$ 、および、 $T_{33}$ )しか求まっていないからである。一方、第3の実施例においては、動作クロックが整数であることは同じであるが、 $V_{th}$ の代わりに、時刻 $T_{31}$ 、 $T_{32}$ 、および、 $T_{33}$ における電気信号の量( $V_{31}$ 、 $V_{32}$ 、および、 $V_{33}$ )を用いているので、正確に、図11に表されている電気信号の減衰速度を表している。これにより、第3の実施例の方が、第2の実施例に比べて、さらに正確に「単位時間当たりの光エネルギーの量」を求めることが出来る。つまり、撮影時に正確に画素データを求めることが出来る。

【0195】

なお、図11において、 $703-0 \sim (N-1)$ で示されるアナログメモリは、全部で $N$ 個としている。時刻 $T_y$ まで繰り返されえる受光素子のセットと減衰の回数よりも $N$ は大きくしておく必要があるので、 $N$ (アナログメモリの総数)として十分に大きな値にしておく事が望ましい。

【0196】

また、時刻 $T_y$ が過ぎた後に、記憶部(デジタルメモリ)405から時刻 $T_{31}$ 、 $T_{32}$ 、 $T_{33} \dots$ の時刻データが読み出され、かつ、アナログメモリ $703-0 \sim (N-1)$ から $V_{31}$ 、 $V_{32}$ 、 $V_{33} \dots$ の電気信号レベルデータが読み出され、演算処理部において、 $(V_{init} - V_{31}) / T_{31}$ 、 $(V_{init} - V_{32}) / (T_{32} - T_{31})$ および $(V_{init} - V_{33}) / (T_{33} - T_{32}) \dots$ を計算し、これら計算値に基づいてを、対応する画素データの時刻0、 $T_{31}$ および $T_{32}$ における値を設定して画像出力を行なう。

【0197】

この演算処理は、高速に行う必要はない。なぜなら、撮影が終わった後に行えばよいからである。これは、記憶部405およびアナログメモリ $703-1 \sim$

N-1) から演算処理手段に対するデータ出力は低速動作で良いことを意味している。

#### 【0198】

上述したように、実施例3の構成によれば、受光素子401の電気信号レベルが閾値電気信号(V<sub>th</sub>)以下となった時点の電気信号値を正確に記録することが可能となり、その記録値に基づいて、受光素子の単位時間当たりの受光エネルギーを算出する構成としたので、各受光素子に対応する画素値をより正確に求めることが可能となる。

#### 【0199】

なお、実施例3の説明において、受光素子の電気信号レベルを記録するメモリとして、アナログメモリ703-1～(N-1)を用いた構成例について説明したが、受光素子401の電気信号レベルをデジタル値に変換するA/D変換器を設け、デジタル値に変換したデジタルデータを記録するデジタルメモリを適用する構成も可能である。

#### 【0200】

以上、本発明に係る撮像装置の実施例について説明してきたが、各実施例において、図1、図5、および、図8を参照して説明した1画素毎の信号処理回路内の素子や回路は、画素ごとに1つの場所に局在している必要はない。例えば、各図における記憶部は、撮像装置の有する画素数分のデータをまとめて記憶する記憶部として設定する構成としてもよい。例えば、半導体チップにより構成する場合、受光部分で1つのチップ、記憶部で別の1つのチップという構成でも良い。また、図に示された素子や回路は論理的集合構成であり、各構成要素が同一の筐体内にあると限定するものではない。

#### 【0201】

また、第2実施例および第3実施例において説明した撮像装置は、明るい部分が投影されている受光素子では、短い時間で1回分の測定が終わり、かつ、複数回の測定を可能としている。そして、暗い部分が投影されている受光素子では、比較的長い時間をかけて1回分測定し、かつ、比較的少ない回数数の測定を行っている。このように、画面全体において統一された撮影時間、撮影間隔、あるいは

フレームという概念は存在せず、画素ごとに撮影間隔が違い、「各画素について、撮影された時間間隔はいくらであるか」という概念のみが存在することになる。

#### 【 0 2 0 2 】

上述した説明から理解されるように、本発明の撮像装置は、2つのポイント、すなわち、

- (1) 比較器で比較する基準信号である  $V_{th}$  を可変にした点、
- (2) 明るい部分を投影している受光素子は、暗い部分を投影している受光素子よりも早い間隔で複数回撮影を行う点、

のいずれかを有し、この2つのポイントの少なくとも1つを具現化した撮像装置全般に、本発明は適用されるものである。

#### 【 0 2 0 3 】

以上、特定の実施例を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

#### 【 0 2 0 4 】

##### 【発明の効果】

以上、説明したように、本発明の第1実施例の構成に従えば、受光素子の電気信号レベルとの比較値として設定される閾値電気信号レベルを時間 ( $t$ ) とともに増加する関数  $V_{th}(t)$  として設定したので、従来、受光レベルが低すぎて最大撮影時間 ( $T_z$ ) 内に、受光素子の電気信号レベルの低下が閾値以下に至らず、受光量の測定が不可能となり、実質的に撮影不能とされていた低輝度光の受光素子においても、電気信号レベルと閾値  $V_{th}(t)$  の交錯をより短時間で発生させて、受光素子の受光した単位時間当たりの光エネルギー量の対応値として、 $(V_{init} - V_{th}(T_3)) / T_3$  の値を算出することが可能となり、低輝度光を受光する受光素子に対応する画素の画素値の算出が可能となる。

#### 【 0 2 0 5 】

従って、第1実施例の構成によれば、高輝度領域、低輝度領域の混在した被写体の撮影において、それぞれの画素値をすべて高精度に算出することが可能となり、明瞭な画像を取得することが可能となる。さらに、第1実施例の構成は、従来の一定の閾値 $V_{th}'$ を適用した構成と比較して、低輝度光の受光素子において閾値 $V_{th}'$ 以下になる時間が短縮されることになる。従って、外部から入射される単位時間当たりの光エネルギーが非常に少ない受光素子においても短時間で、受光量の計測および画素値算出が可能となる。

## 【0206】

さらに、本発明の実施例2の構成によれば、比較的高輝度で明るさが時間変化する領域と、低輝度領域が混在する被写体の撮影において、輝度に応じて撮影間隔を変化させる構成としたので、明るさが急激に変化している物体が、時間とともにどのように変化しているかの情報をより正確に取得することが可能となり、かつ、暗い部分の投影像を真っ黒につぶれさせない画像を出力することが可能となる。

## 【0207】

また、本発明の実施例2の構成によれば、明るい部分が投影されている画素について、閾値レベルまでの時間毎にリセット処理を行ない、それぞれの時間を計測する構成であるので、高輝度部の投影画素であっても、オーバーフローすることなく、正確な画素値を求めることが可能となる。

## 【0208】

さらに、本発明の実施例3の構成によれば、閾値電気信号( $V_{th}$ )以下となった時点の受光素子の電気信号レベルを正確に記録することが可能となり、その記録値に基づいて、受光素子の単位時間当たりの受光エネルギーを算出する構成としたので、各受光素子に対応する画素値をより正確に求めることが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明の第1実施例における撮像装置の信号処理部構成を示す図である。

## 【図2】

第1実施例の撮像装置における信号処理部の信号遷移を示すタイミングチャート図である。

【図 3】

第1実施例の撮像装置における信号処理部のマクロ的な信号遷移を示すタイミングチャート図である。

【図 4】

輝度変化部を有する被写体の撮影構成例について説明する図である。

【図 5】

本発明の第2実施例における撮像装置の信号処理部構成を示す図である。

【図 6】

第2実施例の撮像装置における信号処理部の信号遷移を示すタイミングチャート図である。

【図 7】

第2実施例の撮像装置における信号処理部のマクロ的な信号遷移を示すタイミングチャート図である。

【図 8】

本発明の第3実施例における撮像装置の信号処理部構成を示す図である。

【図 9】

本発明の第3実施例における撮像装置のアンド回路の出力条件を説明する図である。

【図 10】

第3実施例の撮像装置における信号処理部の信号遷移を示すタイミングチャート図である。

【図 11】

第3実施例の撮像装置における信号処理部のマクロ的な信号遷移を示すタイミングチャート図である。

【符号の説明】

10 受光部

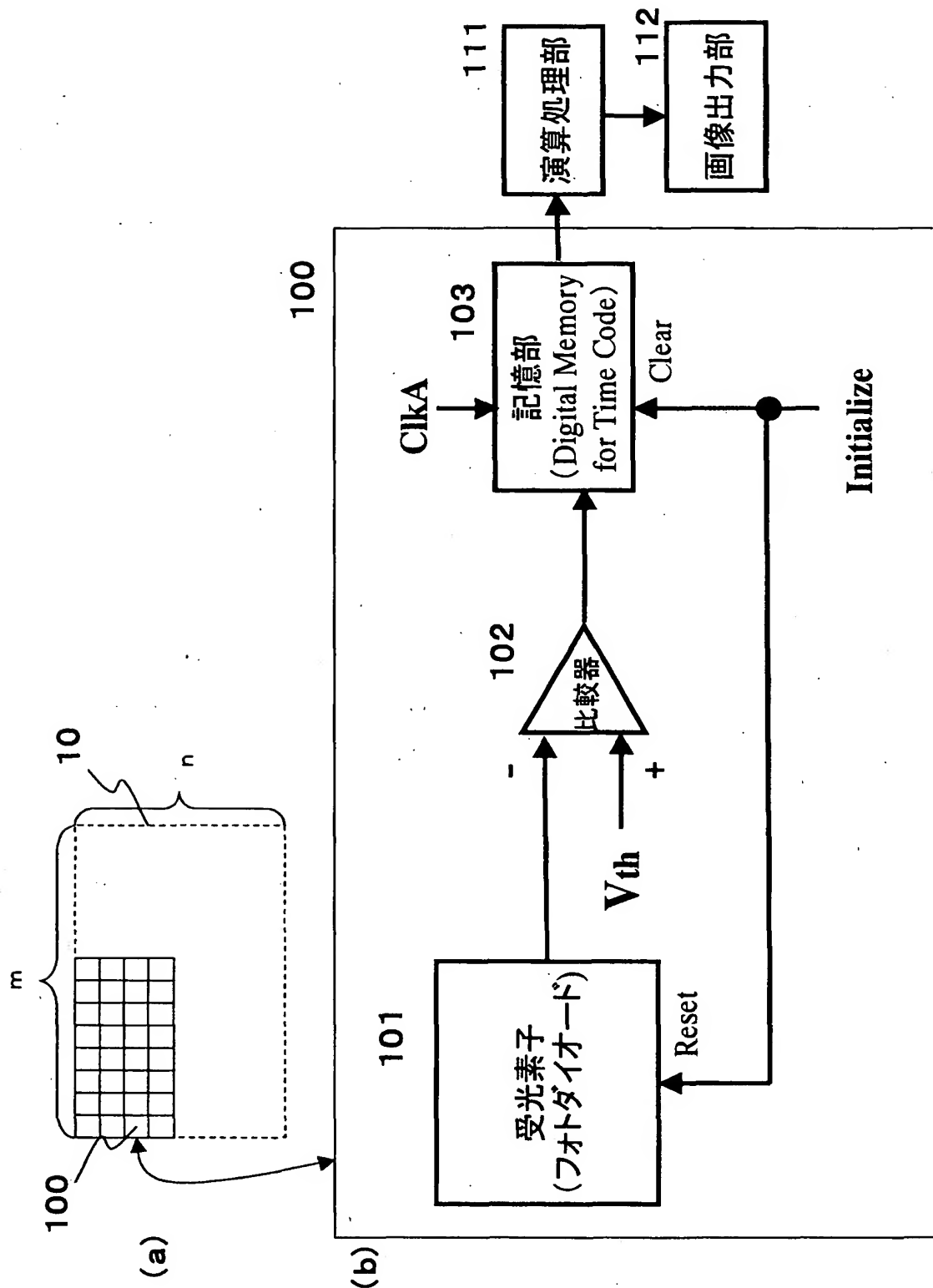
100 信号処理部



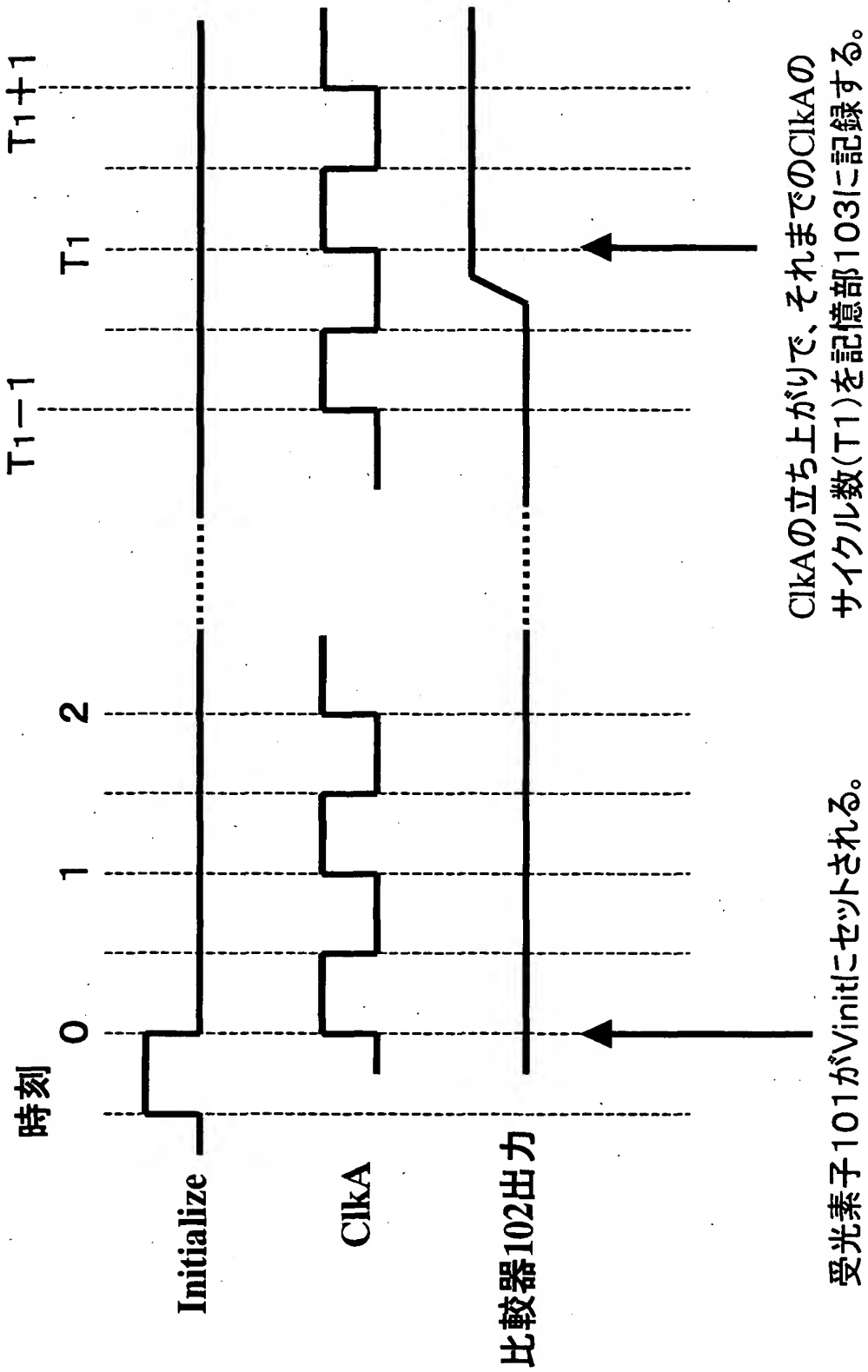
- 101 受光素子
- 102 比較器
- 103 記憶部
- 111 演算処理部
- 112 画像出力部
- 40 受光部
- 400 信号処理部
- 401 受光素子
- 402 比較器
- 403 フリップフロップ
- 404 オア回路
- 405 記憶部
- 406 オア回路
- 407 アンド回路
- 411 演算処理部
- 412 画像出力部
- 451 絵画
- 452 光点滅手段
- 455 撮像装置
- 701 カウンタ
- 702 アンド回路
- 703 アナログメモリ

【書類名】 図面

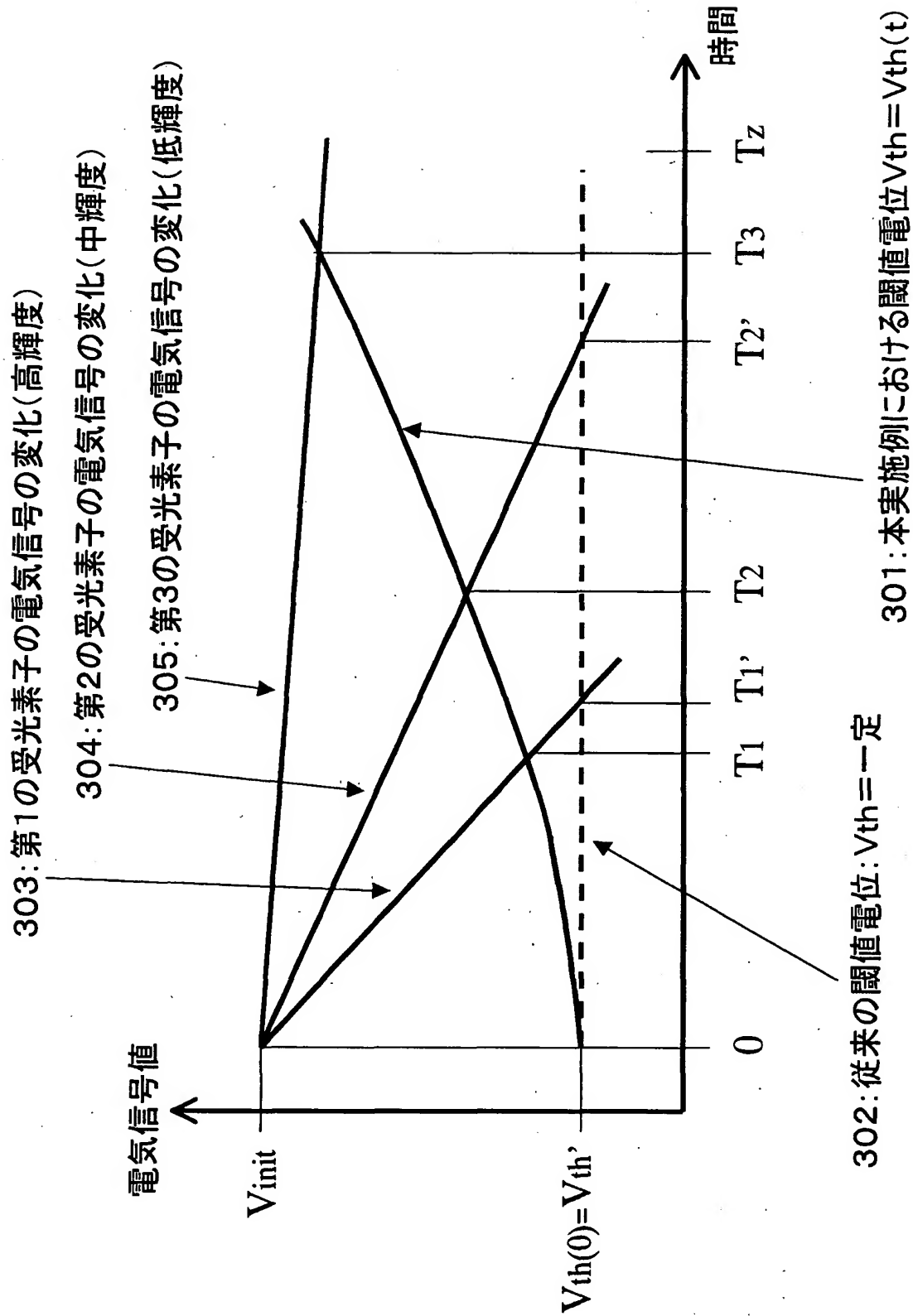
【図 1】



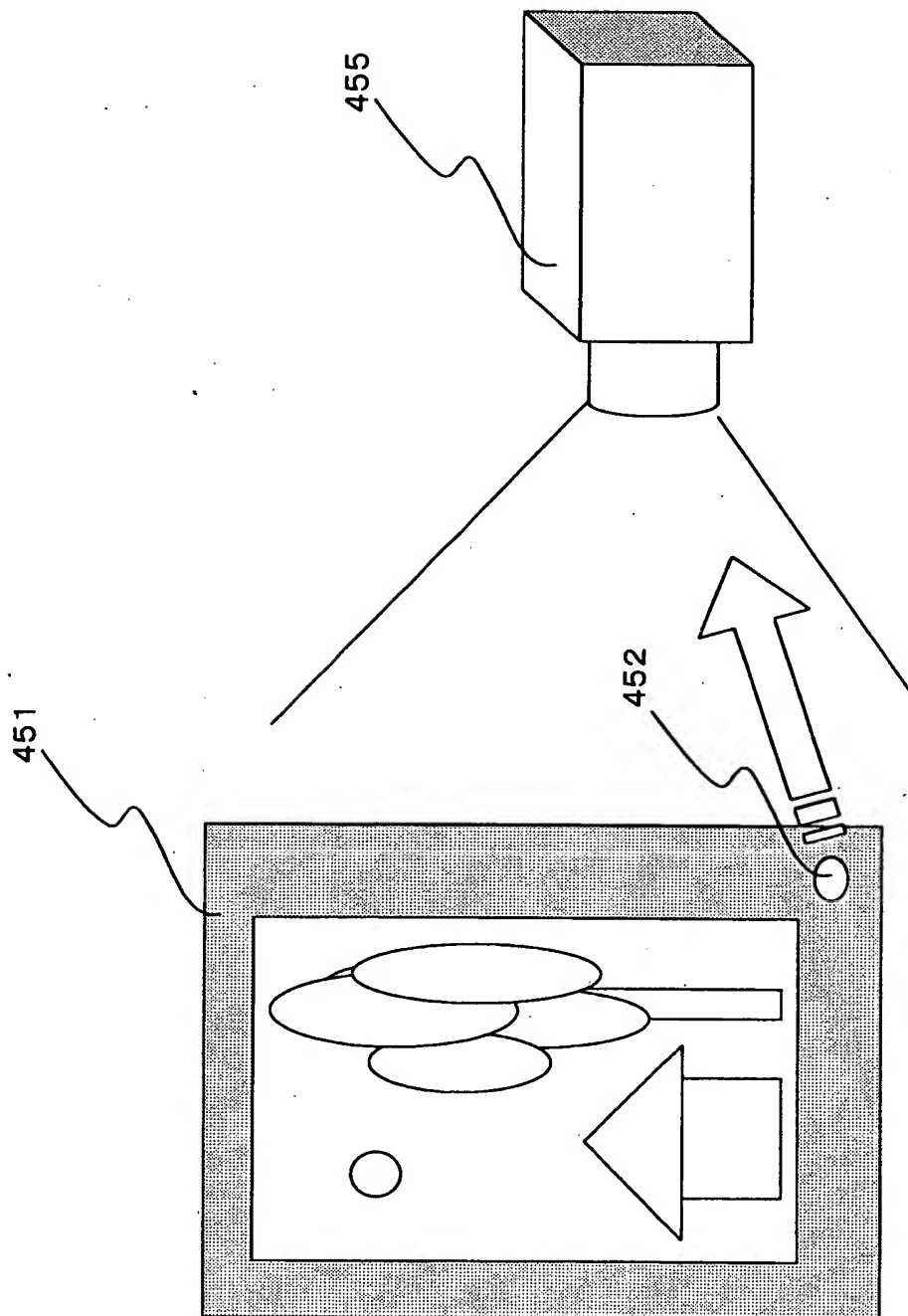
【図2】



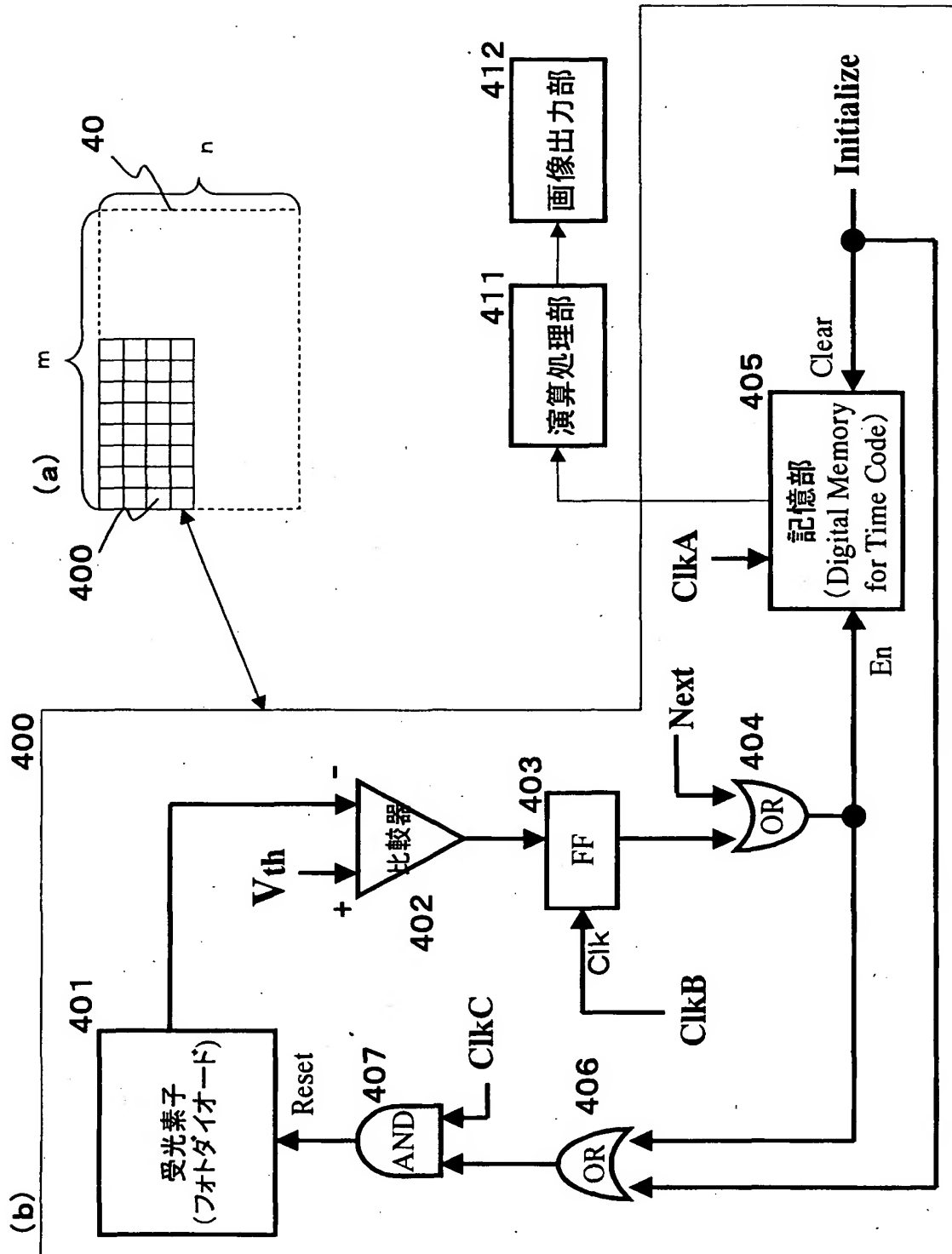
【図 3】



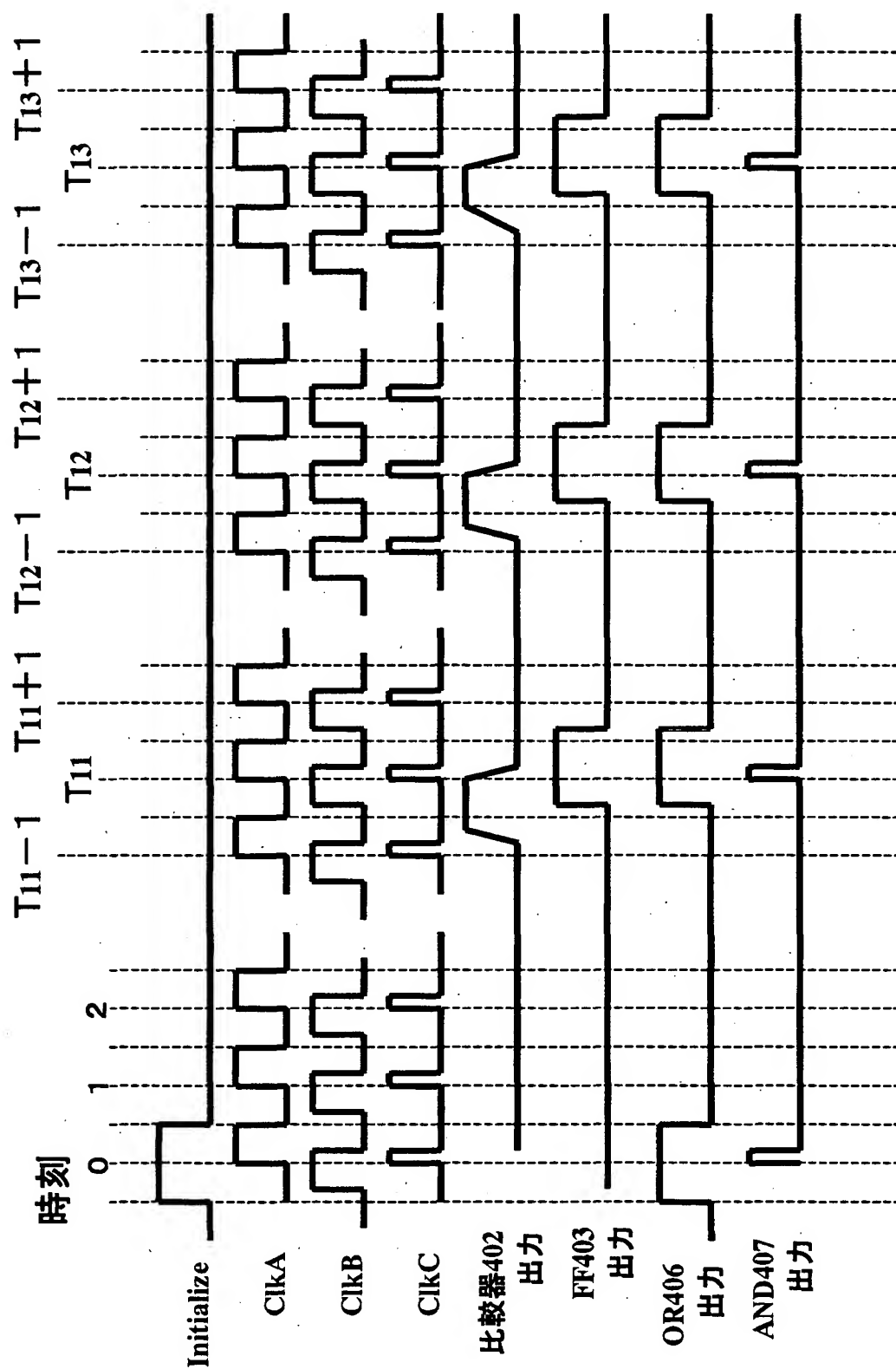
【図4】



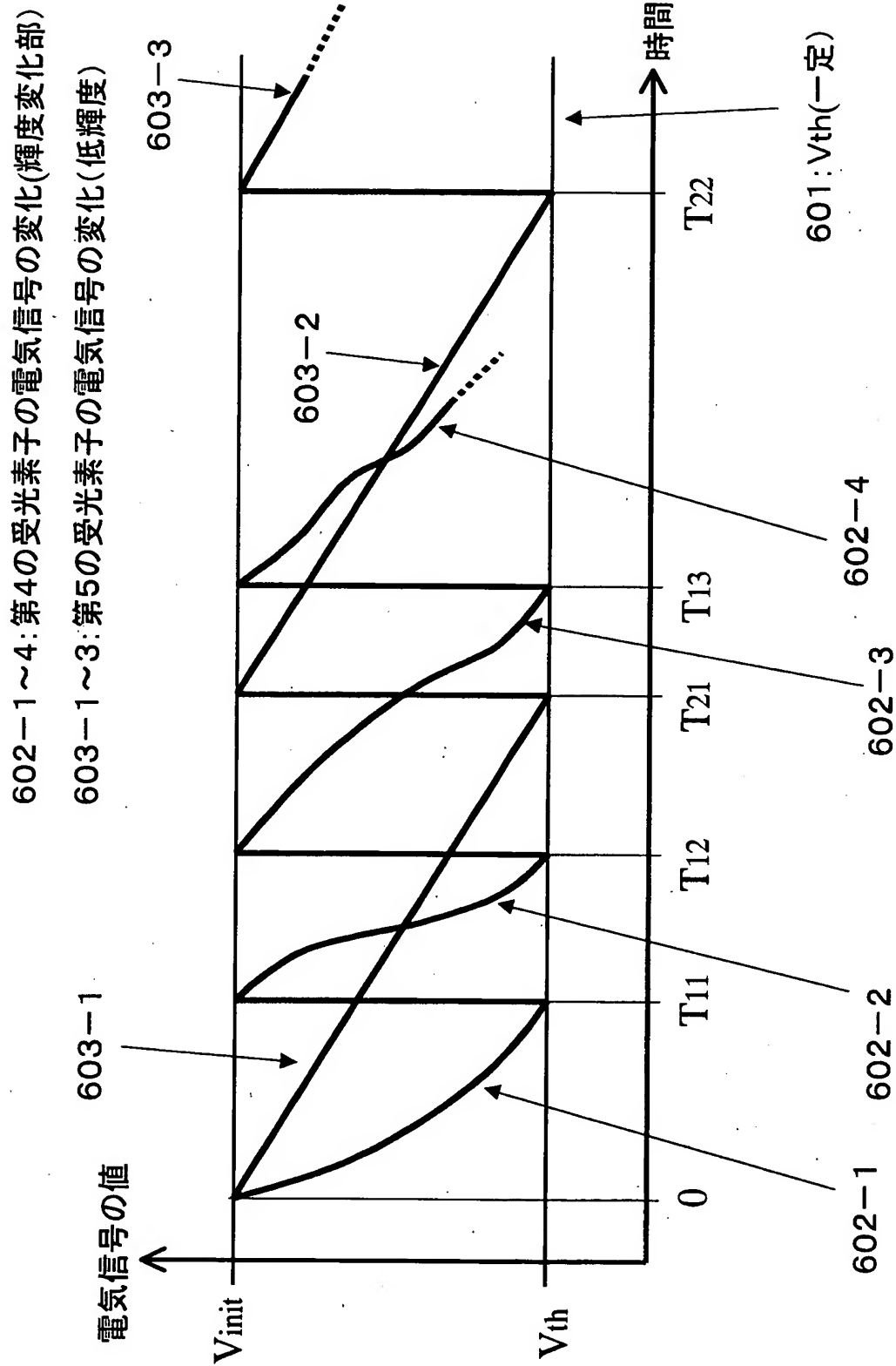
【図 5】



【図 6】

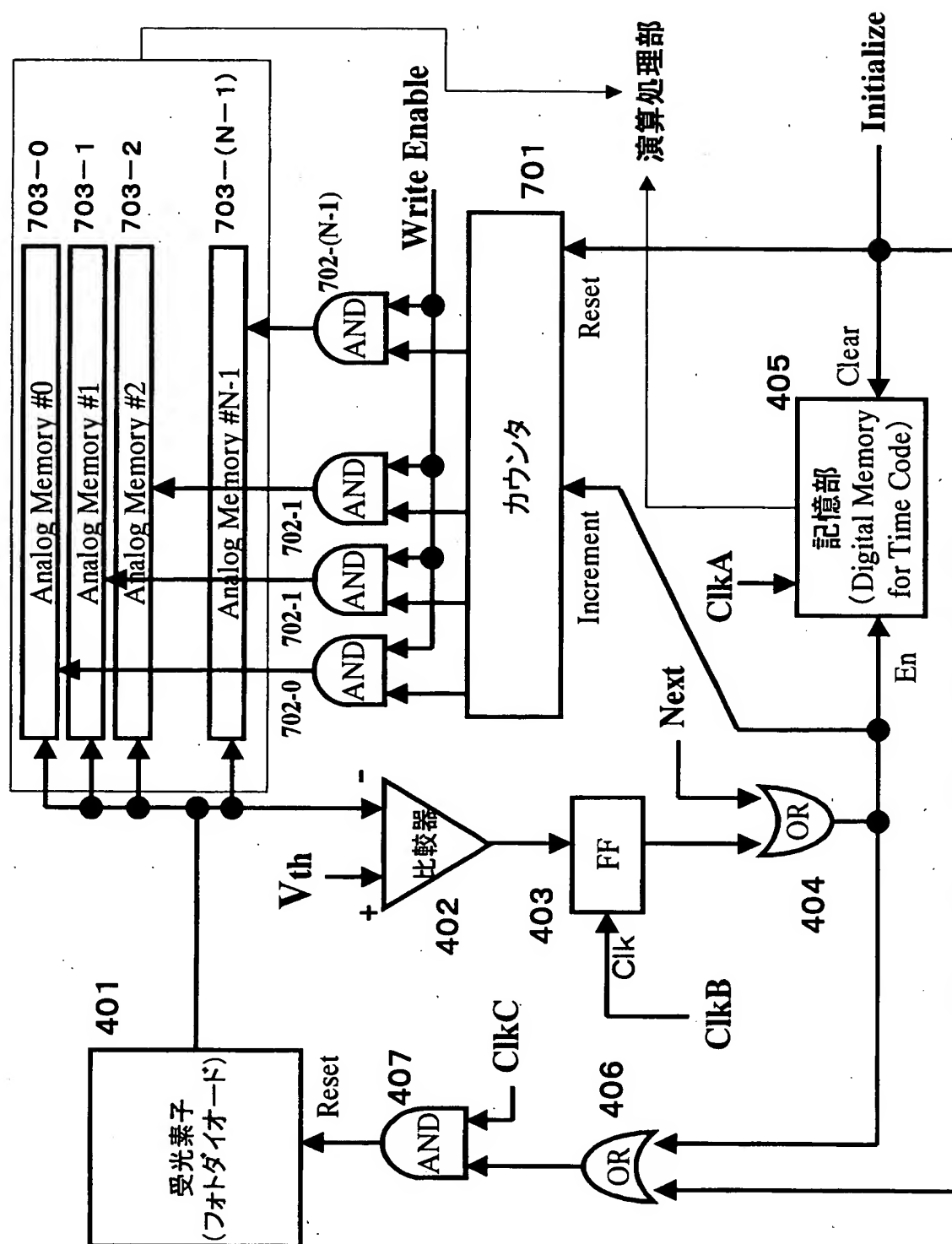


【図7】





【图 8】

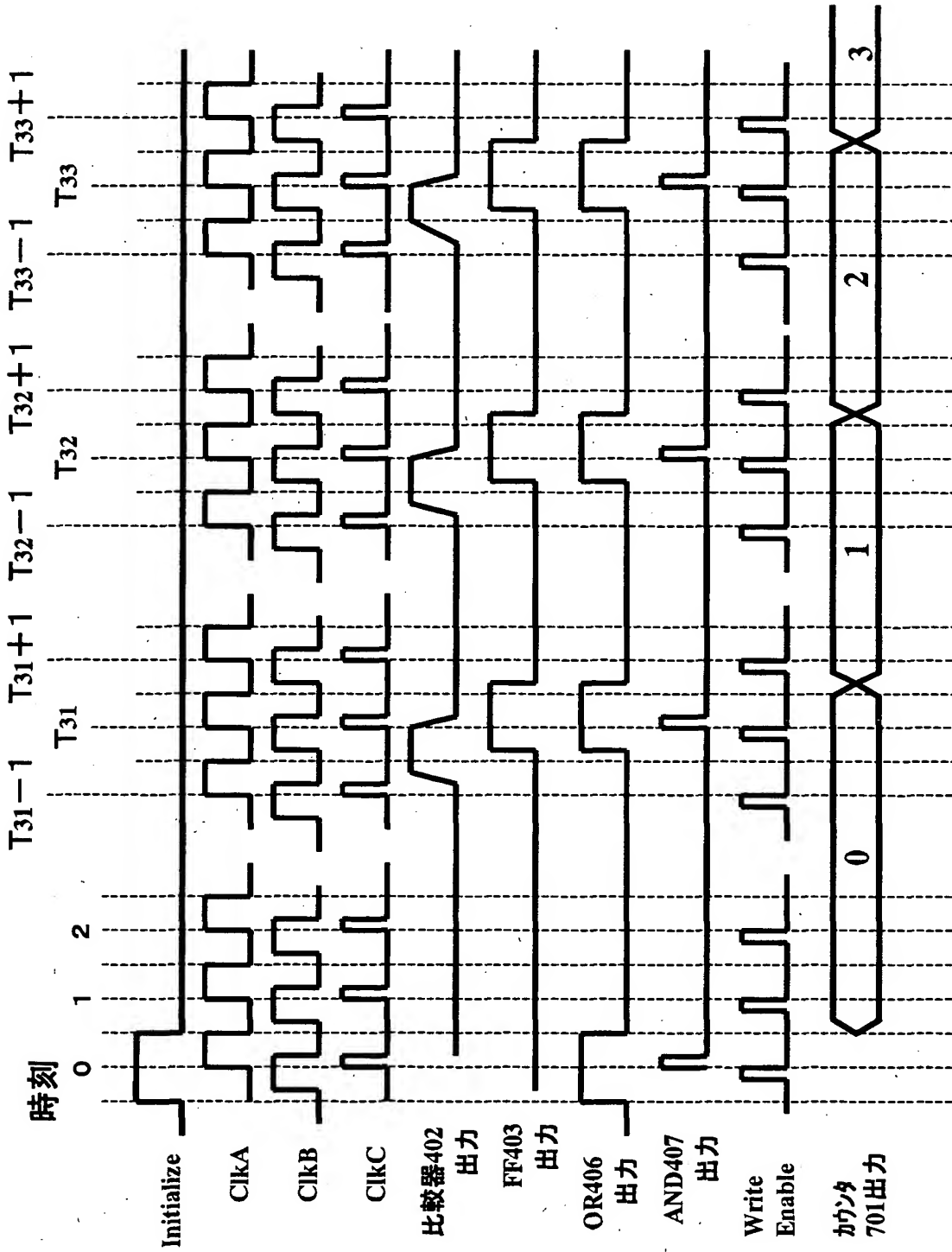


【図 9】

AND回路出力条件

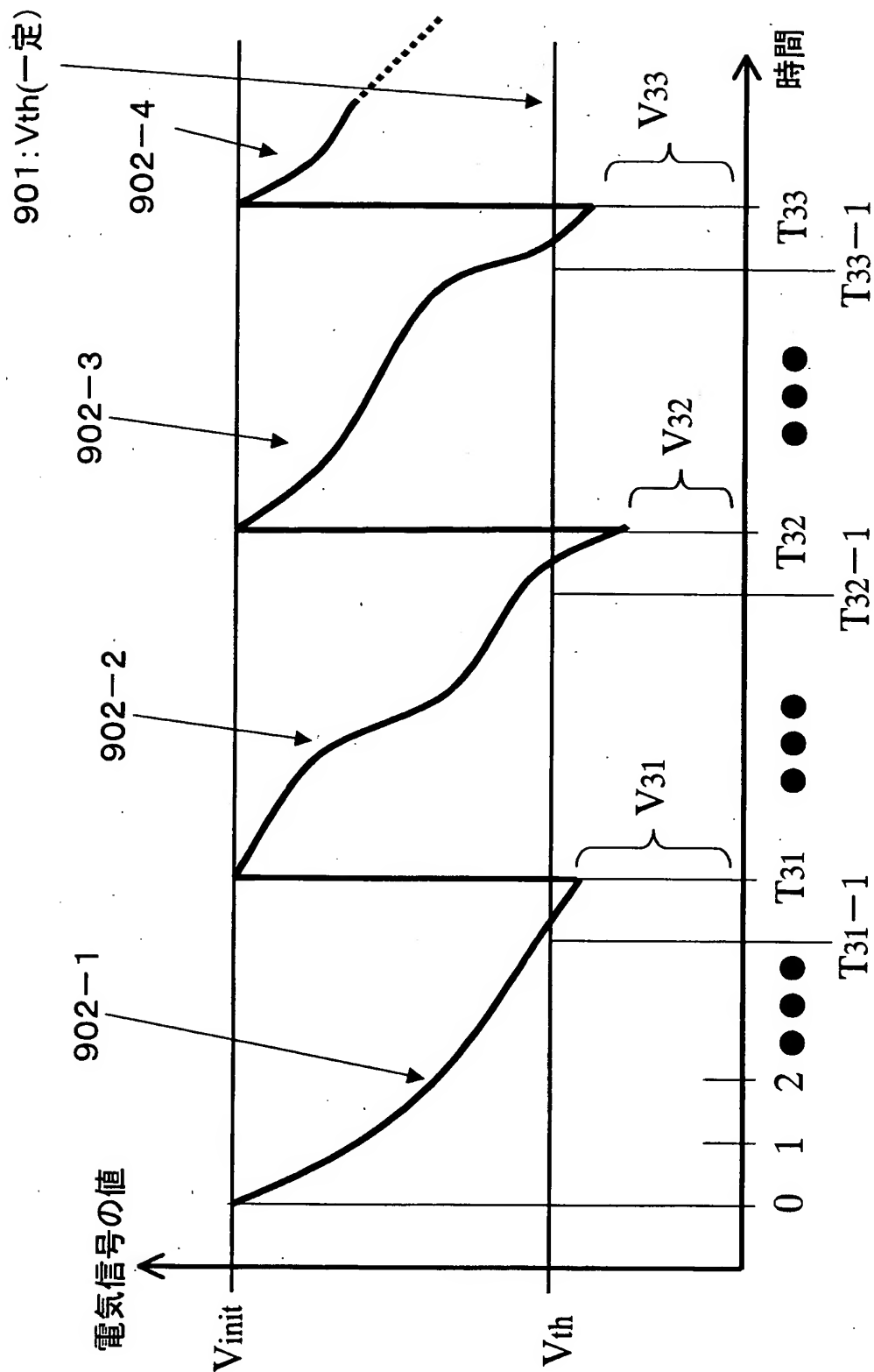
カウンタ値 AND回路	AND回路出力条件						..
	0	1	2	3	4	5	
702-0	○	x	x	x	x	x	..
702-1	x	○	x	x	x	x	
702-2	x	x	○	x	x	x	
702-3	x	x	x	○	x	x	
702-4	x	x	x	x	○	x	
702-5	x	x	x	x	x	○	
..	..						..

【図10】



【図 11】

902-1~4:第6の受光素子の電気信号の変化



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 明暗部の混在した被写体についての高画質画像の撮像を可能とした撮像装置を提供する。

【解決手段】 受光素子の電気信号レベルとの比較値としての閾値電気信号レベルを時間 ( $t$ ) とともに増加する関数  $V_{th}(t)$  として設定し、低輝度光受光素子であっても短時間で閾値  $V_{th}(t)$  との交錯を発生させて、受光素子の受光エネルギー量の算出を可能とした。また、明るさが時間変化する領域と、低輝度領域が混在する被写体の撮影において、輝度に応じて撮影間隔を変化させる構成としたので、明るさが急激に変化している物体が、時間とともにどのように変化しているかの情報をより正確に取得することが可能となり、かつ、暗い部分の投影像を真っ黒につぶれさせない画像を出力することが可能となる。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名	ソニー株式会社